FABRICATION ET ÉPURATION

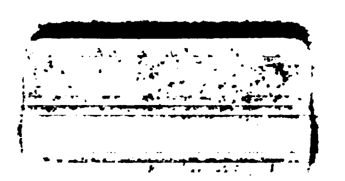
DES

HUILES VÉGÉTALES

PARIS

LIBRAIRIE H. DESFORGES





FABRICATION ET RAFFINAGE

DES

HUILES VÉGÉTALES

FABRICATION ET RAFFINAGE

DES

HUILES VÉGÉTALES

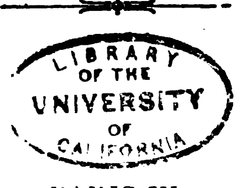
Manuel à l'usage des Fabricants, Raffineurs, Courtiers et Négociants en Huiles

PAR

J. FRITSCH

INGÉNIEUR-CHIMISTE

83 figures dans le texte.



PARIS-VI

LIBRAIRIE GÉNÉRALE SCIENTIFIQUE & INDUSTRIELLE

H. DESFORGES

39, Quai des Grands-Augustins, 39

1905



PRÉFACE

C'est Chevreul qui a jeté les bases scientifiques de l'industrie des corps gras, en établissant la constitution chimique de ces corps. Ses travaux furent le point de départ d'une série de recherches, d'inventions et de découvertes qui jetèrent un vif éclat sur la première moitié du dernier siècle.

A cette énorme production d'idées nouvelles et de procédés nouveaux devait naturellement succéder une période de tassement, de repos relatif. Comme le dit si bien le Dr Lewkowitsch, il fallait à la science aussi bien qu'à l'industrie, un certain temps pour digérer les problèmes très complexes qui se présentaient à elles. Aussi, les années qui suivirent furent uniquement consacrées à l'application des découvertes et au perfectionnement des détails, tant dans les usines que dans le calme des laboratoires de chimie. Comme dans toutes les industries anciennes, les praticiens avaient précédé les hommes de science ; la théorie ne devait suivre que lentement la pratique pour expliquer les découvertes de l'inventeur.

Cet heureux concours de la pratique et de la théorie a été fécond en résultats ; il a contribué puissamment à consolider la base sur laquelle s'était édifié le progrès industriel. L'industrie des corps gras est arrivée à un tel degré de développement qu'elle se place au même rang que les diverses industries chimiques qui, pendant les cinquante dernières années, ont jailli du laboratoire avec la prodigieuse vitalité qu'on leur connait.

Sous le rapport de son développement commercial, l'industrie des corps gras est certainement une des plus puissantes.

Une évaluation qui n'a rien d'exagéré montre que les échanges en ces matières s'élèvent en France à près d'un milliard par an. On peut juger par là de l'énormité des capitaux engagés dans cette industrie éminemment française.

Actuellement, on constate une recrudescence d'activité dans le domaine des corps gras. Le moment nous a donc paru opportun pour publier ce *Manuel*. Nous y avons condensé les nombreuses études publiées depuis quelques années, tant en France qu'à l'Etranger, dans les périodiques dont on connaît le flot sans cesse montant et aussi, hélas ! la vie éphémère. Nous tenons à remercier ici tous nos collaborateurs connus ou inconnus dont nous avons utilisé les recherches. Nous espérons que notre travail, malgré ses imperfections, rendra service à tous ceux, combien nombreux ! qui s'occupent des corps gras à un titre quelconque.

L'AUTEUR.

Paris, 30 mai 1905.

OUVRAGES CONSULTÉS

Bulletin du ministère de l'agriculture.
Moniteur scientifique de Quesneville.
Journal of the Society of chemical industry.
Dingler's Polytechnisches Journal.
Chemiker Zeitung.
Zeitschrift f. angewandte Chemie.
JOHN SHORTS. — *Monograph on the cocoanut palm.*
Zeitschrift fur Untersuchung der Nahrungs und Genussmittel.
Bulletin de la Société industrielle du Nord.
Revue générale de chimie pure et appliquée.
Journal de pharmacie et de chimie.
Revue internationale des falsifications.
Bulletin de l'association belge des chimistes.
Revue scientifique.
Journal d'agriculture tropicale.
Les corps gras industriels.
L. ANDÈS. — *Vegetable fats and oils.*
SCHÆDLER. — *Technologie der Fette und Oele*, 2e édition.
Dr BORNEMANN. — *Die fetten Oele des Pflanzenreichs.*
SEMLER. — *Die Tropenkultur.*
Dr LEWKOWITSCH. — *Chemical Technology of fats and oils.*
DAMMER. — *Handbuch der chemischen Technologie.*
MUSSPRATT. — *Theoretische, praktische und analytische Chemie.*

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

PREMIÈRE PARTIE

FABRICATION ET RAFFINAGE DES HUILES

CHAPITRE PREMIER

Les corps gras. — Leurs propriétés chimiques et physiques.

CHAPITRE II

Conservation, nettoyage, décortication et analyse des graines oléagineuses.

CHAPITRE III

Extraction de l'huile par pression.

CHAPITRE IV

Moulins à huile, système anglo-américain.

CHAPITRE V

Extraction de l'huile par les dissolvants.

MONOGRAPHIES DES HUILES

CHAPITRE VI

Raffinage des huiles.

DEUXIÈME PARTIE

ANALYSE DES HUILES D'OLIVES COMESTIBLES ET INDUSTRIELLES,

MÉTHODE OFFICIELLE ÉLABORÉE PAR MM. A. MUNTZ, CH. DURAND ET E. MILLIAU.

CHAPITRE PREMIER

Détermination des caractères spécifiques des huiles d'olive.

CHAPITRE II

Recherche des huiles de graines dans les huiles d'olive.

I. — *Dans les huiles comestibles.*

II. — *Dans les huiles industrielles.*



PREMIÈRE PARTIE

FABRICATION DES HUILES

CHAPITRE PREMIER.

Les corps gras. — Leurs propriétés chimiques et physiques.

ORIGINE DES CORPS GRAS.

On entend par corps gras diverses matières fluides ou concrètes, plus ou moins colorées, onctueuses, inflammables, susceptibles à l'état concret de se liquéfier sous l'action de la chaleur, peu ou point solubles dans l'eau et dans l'alcool, et formant des savons avec les alcalis.

Les corps gras sont d'origine *végétale* ou *animale*.

Les plantes oléifères appartiennent toutes aux phanérogames, bien qu'on trouve également de faibles quantités de matière grasse dans les cryptogames.

Les huiles grasses se rencontrent principalement dans les semences ; elles y sont contenues dans la partie qui donne naissance aux cotylédons. Telles sont les graines de lin, de navette, de colza, de pavot, les amandes, les faînes, etc.; quelquefois on en trouve dans la pulpe qui entoure les noyaux de certains fruits : c'est le cas de l'olive, qui fournit l'huile la plus fine et la plus recherchée, soit pour l'alimentation de l'homme, soit pour les arts industriels. Le souchet comestible présente le cas très rare d'une huile contenue dans une racine.

Dans les graines des plantes, l'huile est ordinairement accompagnée d'une substance mucilagineuse : aussi lorsqu'on les broie avec de l'eau, elles ont la propriété de former un liquide blanc, laiteux, connu sous le nom d'émulsion. On trouve éga-

lement de l'huile grasse dans les noyaux et dans les pépins; elle est presque partout combinée avec le mucilage qu'elle entraine en partie au moment de l'extraction.

Selon toutes les apparences, la matière grasse des plantes provient d'hydrocarbures, et plus spécialement de l'amidon. Ce qui est certain c'est que, à mesure que les semences et les fruits oléifères avancent en maturité, leur teneur en amidon et en sucre diminue en même temps que leur teneur en huile augmente. Cependant la richesse des plantes en huile ne dépend pas seulement de leur degré de maturité, mais encore d'une foule d'autres circonstances, telles que : la composition du sol, les procédés de culture, la qualité des engrais employés, les influences climatériques, etc.

Plusieurs savants se sont occupés du rôle de l'huile dans la germination des graines oléagineuses. Ils ont examiné la question de deux manières différentes : les uns, se plaçant au point de vue scientifique, ont déterminé en bloc, par des analyses, le mode de transformation de l'huile grasse; les autres, préoccupés le plus souvent de la localisation de l'amidon et des sucres, ont observé incidemment au microscope la localisation de l'huile.

Les huiles grasses sont presque toutes liquides à la température ordinaire; elles tachent le papier d'une manière persistante et le rendent transparent. Cependant, les huiles de palme, de coco, etc., liquides dans les pays qui les produisent, nous arrivent sous forme de graisses consistantes; le manque de chaleur a amené leur solidification. On les appelle *beurres ou huiles concrètes*. Elles sont molles à 18° C. et fusibles à des températures variant de 30 à 37°.

Les graisses animales sont contenues dans tous les tissus et organes des animaux. La matière grasse est renfermée dans des cellules spéciales qui forment parfois de grandes accumulations. Le chyle et le lait en renferment aussi une quantité importante. Les chairs musculaires, par contre, en sont complètement dépourvues. La graisse se fixe de préférence sous la

peau, dans les cavités oculaires, dans la région du cœur, dans les entrailles, les rognons et les os. C'est même la moelle des os qui en renferme le plus (96 0/0) ; vient ensuite le tissu adipeux (82, 7 0/0). Le sang n'en contient que 0,4 0/0. Dans le corps de l'animal la graisse est toujours liquide et huileuse ; dès qu'elle arrive au contact de l'air elle se solidifie. C'est pourquoi les huiles animales sont peu nombreuses , quelques poissons seulement fournissent des quantités importantes d'huile liquide à la température de 15° C.

D'après la théorie ancienne, la graisse animale se forme des hydrates de carbone que les êtres animés absorbent avec leur nourriture. D'après la théorie moderne, elle proviendrait des matières albuminoïdes par suite de leur transformation en acide carbonique, eau, urée, etc., par oxydation dans le processus migratoire dans le corps de l'animal.

Cette question cependant ne paraît pas encore complètement élucidée. Meissel et Strohmer ont prouvé que, même en supposant digérée toute la matière grasse contenue dans les aliments et transformée en graisse, il se forme sept à huit fois plus de graisse avec les matières hydrocarbonées. On ignore d'ailleurs comment se comporte dans l'organisme la matière grasse que l'homme et les animaux absorbent dans leurs aliments. Suivant les uns, elle serait résorbée sous forme d'émulsion dans l'intestin grêle, d'après d'autres elle se décomposerait en glycérine et acides gras. Ceux-ci paraissent être résorbés directement et retransformés ensuite synthétiquement en graisse.

COMPOSITION CHIMIQUE DES CORPS GRAS. — ÉTUDE DE LEURS ÉLÉMENTS.

Les corps gras sont des éthers composés ou glycérides tertiaires formés par la glycérine et divers acides gras à teneur élevée en carbone. Les glycérides les plus répandus sont ceux des acides stéarique, palmitique et oléique. Ces glycérides sont

souvent mélangés dans un même corps gras ; de la proportion où ils s'y trouvent associés dépend sa consistance. Ainsi, les glycérides des acides stéarique et palmitique sont solides, celui de l'acide oléique est liquide et possède la propriété de dissoudre une certaine quantité des deux premiers à la température ordinaire. Dans les graisses solides, c'est le glycéride des acides stéarique et palmitique qui prédomine ; dans les huiles et les graisses liquides c'est celui de l'acide oléique. La solidification des graisses et celle des huiles à basse température résulte de la précipitation des graisses solides de leur dissolvant liquide.

ÉTUDE DES ÉLÉMENTS DES CORPS GRAS.

Nous allons décrire les éléments qui sont communs à la plupart des matières grasses ; ceux qu'on ne trouve que dans certains cas particuliers seront signalés dans la description des graisses qui les contiennent.

I. — Acide palmitique. $C^{16} H^{32} O^{2}$. Poids moléculaire, 256. — *Préparation.* — L'acide palmitique se trouve, avec l'acide stéarique dans presque toutes les graisses solides. On le rencontre notamment en grande proportion, soit à l'état libre, soit comme glycéride dans l'huile de palme où il est accompagné de quelques autres matières grasses en faible quantité. C'est pourquoi on choisit de préférence l'huile de palme pour isoler cet acide. A cet effet, on fait bouillir l'huile avec une lessive de soude de concentration moyenne, jusqu'à ce que toute la matière grasse soit transformée en un liquide de consistance légèrement gélatineuse. Dans cette opération, l'huile est décomposée en glycérine et acides gras, ceux-ci se combinent avec la soude : la matière grasse est saponifiée. A la solution de savon encore chaude on ajoute de l'acide chlorhydrique jusqu'à réaction fortement acide, pour décomposer les sels de soude et en séparer les acides gras. Après refroidissement du liquide, l'acide palmitique solidifié surnage le liquide ; on le sépare de ce dernier, on le lave à l'eau, on le fait dissoudre dans l'alcool

bouillant et l'y laisse cristalliser. Quand la cristallisation est achevée on sépare les cristaux de la liqueur mère qui se compose principalement d'acide oléique, on les fait recristalliser dans l'alcool à plusieurs reprises.

En employant de l'huile de palme de bonne qualité on aura chance d'obtenir ainsi l'acide palmitique à l'état chimiquement pur, ou tout au moins exempt d'acides oléique, myristique et laurique. Mais on réussit difficilement à le débarrasser complétement des acides stéarique et arachidique, et en général des acides dont la teneur en carbone est plus élevée. L'acide palmitique à son tour est moins soluble dans l'alcool que les acides moins riches en carbone.

Le meilleur criterium de la pureté des différents acides gras est leur point de fusion, qui est d'autant plus élevé qu'ils contiennent plus de carbone. Ce fait concorde également avec la solubilité dans l'alcool.

L'acide palmitique fond à 62°. On détermine le point de fusion pour chaque cristallisation dans l'alcool, et on fait recristalliser aussi longtemps qu'il est nécessaire pour atteindre le point de fusion ci-dessus, c'est-à-dire jusqu'à ce que tous les acides fondant à des températures plus basses soient dissous dans la liqueur mère.

On a alors l'acide palmitique accompagné d'un peu d'acide stéarique, et peut-être d'acide arachidique, de traces d'acides myristique et laurique qu'on n'arrive jamais à éliminer complètement par la cristallisation seule. Pour obtenir l'acide palmitique chimiquement pur, on emploie le procédé de la précipitation fractionnée.

Propriétés. — L'acide palmitique forme des cristaux blancs en forme de paillettes, très ténus, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther. Sa solution rougit le papier de tournesol ; elle distille sans se décomposer si l'on chauffe avec précaution ; les vapeurs qu'il forme sous la pression ordinaire ont une température comprise entre 339 et 356°. Il bout à 268°5

sous une pression de 100 mm. La densité de l'acide liquide est de 0,8527 à la température de fusion.

En chauffant l'acide palmitique avec de la glycérine en excès pendant 24 heures à 200° on obtient la *monopalmitine*.

On obtient la *dipalmitine* en chauffant l'acide palmitique en excès avec de la glycérine pendant 114 heures à 100°, ou encore en chauffant de la monopalmitine avec de l'acide palmitique à 260°.

Enfin, en chauffant de la monopalmitine avec un grand excès d'acide palmitique pendant 8 heures à 250°, on obtient la *tripalmitine*.

L'acide palmitique forme avec les bases des sels, parmi lesquels ceux de potasse, de soude et d'ammoniaque, qui sont solubles dans l'eau et dans l'alcool, et cristallisables dans ce dernier.

II. — PALMITINE (tripalmitine $C^3H^5(O.C^{16}H^{31}O^3)$. Poids moléculaire 806. — La palmitine, découverte par Berthelot, peut être préparée artificiellement avec l'acide palmitique et la glycérine, ainsi qu'il a été dit plus haut. Pour l'extraire de l'huile de palme, on soumet celle-ci à une forte pression pour éliminer les corps gras liquides, puis on fait bouillir le résidu à plusieurs reprises avec de l'alcool à 95 p. 100 : les acides gras libres se dissolvent alors dans l'alcool, tandis que la palmitine y est insoluble.

On fait dissoudre celle-ci dans l'éther et on l'épure par une série de cristallisations. Ainsi préparée, la palmitine contient encore de la stéarine et probablement d'autres glycérides qu'on n'arrive pas à en éliminer.

Propriétés. — La palmitine obtenue par cristallisation dans l'éther forme des cristaux blancs nacrés très ténus, en forme de paillettes, insipides et inodores. Si on les fait fondre, ils s'agglomèrent en une masse dure, analogue à la cire, qui n'accuse aucune structure cristalline à la cassure. Son point de fusion, variable suivant la rapidité du chauffage et du refroissement, est de 61-63-64° ; son point de solidification varie de même

entre 45 et 47°. Si on l'expose à une température élevée, elle se décompose et fournit alors, comme tous les glycérides, de l'acroléine qui se dégage sous forme de vapeurs âcres excitant le larmoiement.

III. — Acide stéarique. $C^{18}H^{36}O^{2}$. Poids moléculaire, 284. — On le trouve en grande quantité dans la graisse de bœuf et de mouton, d'où on peut l'extraire par saponification. Mais on le prépare le plus souvent en partant de l'acide stéarique industriel, mélangé de plus ou moins de palmitine. On le fait bouillir avec une lessive de soude pour saponifier complètement les graisses qui peuvent y être mélangées, on décompose le savon par l'acide chlorhydrique et on fait cristalliser le produit dans l'alcool jusqu'à ce que les acides à faible teneur en carbone aient passé dans la solution mère. Pour séparer les derniers restes d'acide palmitique, on traite la solution alcoolique avec de l'acétate de magnésie alcoolique. Les premières portions du précipité qu'on obtient alors contiennent de l'acide stéarique pur; seules, les dernières peuvent encore contenir de l'acide palmitique. L'acide stéarique fond à 69°2.

Il est plus facile d'obtenir l'acide stéarique pur en partant du beurre de Shee (ou de Cée) contenu dans les fruits de *Bassia-Parkii*, cette graisse se composant uniquement des glycérides des acides stéarique et oléique.

Propriétés. — L'acide stéarique est analogue à l'acide palmitique dans toutes ses propriétés et ses combinaisons. Il se sépare de sa solution alcoolique sous forme de cristaux blancs nacrés qui sont insolubles dans l'eau et moins solubles dans l'alcool que l'acide palmitique. En se solidifiant, il forme une masse cristalline à cassure écailleuse. Au moment d'entrer en fusion, il se dilate considérablement, et se contracte de même en se solidifiant, au point que les blocs de stéarine paraissent poreux et remplis de trous tubulaires. Cette particularité le rend impropre à la fabrication des bougies. En le chauffant avec précaution dans une cornue, on peut le distiller sans le

modifier ; mais si on donne un chauffage trop fort, il se combure et donne du charbon et des produits volatils.

Le point de fusion des mélanges d'acides gras solides ne représente pas, comme on pourrait le supposer, la moyenne des points de fusion des éléments qui composent ces mélanges ; il s'en écarte considérablement et peut même être inférieur à celui du composant qui a le point de fusion le moins élevé. Ainsi, tandis que l'acide stéarique fond à 69°2 et l'acide palmitique à 62°, le point de fusion d'un mélange composé de parties égales d'acides stéarique et palmitique est de 56°6. Un mélange composé de 30 parties d'acide palmitique (62°) et de 70 parties d'acide myristique (53°8) fond à 46°2. Si à 20 parties de ce mélange on ajoute encore 4 parties d'acide stéarique (69°2), le point de fusion, loin de s'élever, tombe à 43°8.

Heintz a publié de nombreuses observations sur les points de fusion des mélanges d'acides gras ; nous n'en retiendrons que celles relatives aux acides stéarique, palmitique et myristique.

Mélange d'acides stéarique et palmitique

				Degrés C.
100 parties d'acide stéarique et		0 partie d'acide palmitique fondent à		69 2
90	—	10	—	67 3
80	—	20	—	65 3
70	—	30	—	62 9
60	—	40	—	60 3
50	—	50	—	56 6
40	—	60	—	56 3
35	—	65	—	55 6
32,5	—	67,5	—	55 2
30	—	70	—	55 1
20	—	80	—	57 5
10	—	90	—	60 1
0	—	100	—	62 0

Acide palmitique et myristique

				Degrés
100 parties d'acide palmitique et		0 partie d'acide myristique fondent		à 62 0
95	—	5	—	61 1
90	—	10	—	60 1
80	—	20	—	58 0
70	—	30	—	54 9
60	—	40	—	51 5
50	—	50	—	47 8
40	—	60	—	47 0
35	—	65	—	46 5
32,5	—	67,5	—	46 2
30	—	70	—	46 2
20	—	80	—	49 5
10	—	90	—	51 8
0	—	100	—	53 8

Acide stéarique et myristique

				Degrés
0 partie d'acide stéarique et		100 parties d'acide myristique fondent		à 53 8
10	—	90	—	51 7
20	—	80	—	47 8
30	—	70	—	48 2
40	—	60	—	50 4
50	—	50	—	54 5
60	—	40	—	59 8
70	—	30	—	62 8
80	—	20	—	65 0
90	—	10	—	67 1
100	—	0	—	69 2

IV. — STÉARINE. $C^3 H^5 (OC^{18} H^{35} O)^3$. Poids moléculaire, 890. — La stéarine est analogue à la palmitine, qui l'accompagne généralement dans les graisses solides. On la prépare en partant du suif de mouton, mais on ne l'obtient pas chimiquement pure. On fait fondre le suif, on en prélève de petites quantités qu'on agite énergiquement en y ajoutant de l'éther jusqu'à ce que la masse prenne la consistance du saindoux en se refroidissant ; si l'on n'ajoute l'éther que peu à peu, l'oléine et la palmitine sont

dissoutes les premières, parce qu'elles sont plus solubles dans ce dissolvant que la stéarine ; celle-ci reste comme résidu et est presque pure. On la sépare par la pression qui élimine les autres matières en dissolution. On fait dissoudre dans l'éther la matière granuleuse obtenue après un certain nombre de pressions et on l'y laisse cristalliser à plusieurs reprises. On obtient alors de la stéarine mélangée d'un peu de palmitine.

On prépare la stéarine artificiellement, d'après Berthelot, en chauffant pendant longtemps à 270° et sous pression élevée 1 partie de glycérine avec 30-40 parties d'acide stéarique. On fait fondre le produit solide ainsi obtenu, on y ajoute un peu d'éther et de l'hydrate de chaux et on chauffe la matière à 100° pour transformer en savon calcaire l'acide stéarique en excès. Dn savon on extrait l'acide stéarique avec de l'éther bouillant, et on le laisse cristalliser dans ce liquide.

Propriétés. — La stéarine se présente sous forme de cristaux nacrés, incolores, insipides et inodores. Après fusion elle se solidifie en une masse dure, brillante comme la cire, qu'on peut réduire en miettes par le frottement. Elle est insoluble dans l'alcool froid, soluble dans l'alcool bouillant à 97 p. 100, et très soluble dans l'éther bouillant, dans lequel il se précipite sous forme de cristaux en se refroidissant.

La stéarine fond d'abord à 55° ; après s'être solidifiée, elle fond ensuite à 71°6. Si on la refroidit de nouveau, elle se solidifie à 70° et conserve définitivement ce point de solidification ; mais si on la chauffe jusqu'à 76°, elle reste liquide jusqu'à 55°. Sous l'action d'une chaleur intense, elle se décompose en acroléine et en divers produits gazeux ou liquides.

V. — Acide oléique, $C^{36} H^{34} O^{4}$. Poids moléculaire, 282. — Cet acide est contenu dans presque toutes les matières grasses, mais principalement dans les huiles liquides. On l'obtient en grandes quantités comme produit secondaire dans la fabrication de l'acide stéarique. On l'extrait des huiles non siccatives, telles que les huiles d'olive, d'amande, ou encore de l'acide oléique du commerce. A cet effet, on saponifie les huiles, on

décompose le liquide savonneux avec de l'acide chlorhydrique, et on sépare les acides gras de la glycérine par lavage. On obtient ainsi de l'acide oléique brut contenant encore des proportions plus ou moins grandes d'acides stéarique et palmitique, des matières colorantes et des produits d'oxydation de l'acide oléique. Pour éliminer les acides stéarique et palmitique, on met la solution en digestion avec du bioxyde de plomb à 100° : ces deux acides se combinent en premier lieu avec l'oxyde métallique, tandis que l'acide oléique se combine beaucoup plus lentement. Par suite, si l'on emploie une quantité d'oxyde de plomb insuffisante pour neutraliser la solution, les acides stéarique et palmitique se combinent seuls, tandis que l'acide oléique reste en solution. On ajoute au mélange de l'éther froid, il dissout l'acide oléique libre et le peu d'oléate de plomb qui s'est formé ; les deux autres oléates y sont insolubles. On filtre la solution éthérée, on ajoute au filtrat de l'acide chlorhydrique dilué qui décompose l'oléate de plomb et se combine avec le métal pour former du chlorure plombique. Celui-ci se précipite dans la couche aqueuse sous forme de cristaux difficilement solubles, tandis que l'acide reste dissous dans l'éther dont on le sépare par distillation.

Pour éliminer les matières colorantes et les produits d'oxydation, on fait dissoudre l'acide oléique obtenu dans de l'ammoniaque dilué dans l'eau, on ajoute du chlorure de baryum qui se combine avec le corps gras pour former de l'oléate de baryte ; celui-ci, lavé à l'eau et séché, est mis en digestion avec de l'alcool. Comme il est peu soluble à chaud dans ce dissolvant, il se précipite complètement après refroidissement. C'est pourquoi on remet en digestion dans l'alcool à plusieurs reprises en chauffant, sans toutefois porter à l'ébullition, car le sel de baryte fond dans l'alcool bouillant et se transforme en une masse gluante qu'il est ensuite difficile de dissoudre. On fait recristalliser les cristaux encore une ou deux fois dans l'alcool, finalement on les additionne d'acide tartrique à une température de 8-10° : l'acide oléique se rassemble alors à la surface

sous forme d'un liquide incolore, huileux. On le débarrasse de l'acide tartrique adhérent par lavage à l'eau.

Propriétés. — L'acide oléique pur se solidifie au froid et forme une belle masse blanche, cristalline, qui reste encore solide à une température de 14°. Il est insipide et inodore, et n'accuse pas de réaction acide à l'état pur, même en solution alcoolique. Il distille dans le vide sans se décomposer ; a l'état cristallisé il est inaltérable à l'air ; à l'état liquide il absorbe une importante quantité d'oxygène à 10°, se colore et laisse en se refroidissant une certaine portion de liquide à réaction acide, non solidifiable. A 15° il absorbe 20 fois son volume d'oxygène en 15 jours. Il brunit fortement sous l'action de la chaleur et finalement il se décompose en acide carbonique, vapeur d'eau et carbures d'hydrogène. Distillé avec précaution, il fournit un liquide composé principalement d'acides gras saturés : acides acétique, caprique, caprylique et une certaine quantité d'acide sébacique $C^{8}H^{16}(COOH)^{2}$ qui, en se refroidissant, forme des cristaux analogues a ceux de l'acide benzoïque. La formation d'acide sébacique est une caractéristique des matières grasses contenant de l'acide oléique, de sorte que la présence ou l'absence de cet acide renseigne sur la nature de l'huile.

L'acide oléique distille sans se décomposer avec un courant de vapeur surchauffée dont la température ne dépasse pas 250° ; au-dessus de cette température il se décompose en acides divers, huileux ou solides. La partie huileuse ne peut être transformée en acide élaïdique par l'acide hypoazotique.

La solubilité de l'oléate de plomb est caractéristique pour l'acide oléique. Un mélange d'acide oléique et d'acide gras saturés peut être séparé en ses éléments par précipitation des acides en solution alcoolique au moyen d'une dissolution alcoolique d'acétate de plomb et extraction par l'éther des sels de plomb séchés.

Les oléates alcalins, mélangés avec les stéarates et les palmitates, constituent des *savons*. Ceux-ci sont d'autant plus mous qu'ils contiennent plus d'oléates de potasse, et d'autant

plus durs qu'ils sont plus riches en stéarates et palmitates de soude.

L'acide oléique peut être transformé en ses isomères *l'acide isooléique* auquel nous ne nous arrêterons pas, et l'*acide élaïdique* qui présente de l'intérêt.

On obtient l'acide élaïdique en faisant agir de l'acide hypoazotique sur l'acide oléique liquide. Toutes les matières grasses liquides qui contiennent de l'acide oléique se transforment en leur glycéride correspondant, l'*élaïdine*, qui est solide. Les graisses liquides, au contraire, qui ne contiennent pas d'acide oléique, telles que les huiles siccatives (huiles de lin, de pavot, de chanvre, etc.) ne donnent pas la modification élaïdique. Ce moyen permet de distinguer les huiles siccatives des non-siccatives.

Pour préparer l'acide élaïdique, on introduit de l'acide hypoazotique dans l'acide oléique pur et au bout de 5 minutes on laisse refroidir. Le liquide se solidifie dans l'espace d'une demi-heure en une masse cristalline à grosses écailles qu'on lave à l'eau chaude; on les fait dissoudre ensuite dans un peu d'alcool bouillant et on les y laisse cristalliser.

L'acide élaïdique pur forme de beaux cristaux blancs qui fondent à 44° et accusent une réaction acide en solution alcoolique. Il est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il distille sans se décomposer quand on chauffe avec précaution et qu'on opère sur de petites quantités à la fois. Chauffé fortement il se décompose en produits divers, mais ne fournit pas d'acide sébacique, contrairement à ce qui a lieu pour l'acide oléique. Avec l'hydrate de chaux il se comporte comme ce dernier,

VI. — OLÉINE, $C^3H^5(O.C^{18}H^{33}O)^3$. Poids moléculeire 884. — Elle constitue l'élément principal des huiles non siccatives. On l'obtient en exposant de l'huile d'amande à une température de — 10° : les glycérides des acides gras solides se précipitent alors complètement; on les élimine par la pression. La partie restée liquide est dissoute dans l'alcool absolu bouillant, et refroidie, ce qui permet de retirer un nouveau précipité de stéarine et de

palmitine. L'oléine liquide obtenue est mise en ébullition avec de l'eau, ce qui permet d'en éliminer l'alcool et les matières odorantes. On sépare de l'eau la couche huileuse, on la filtre sur du noir animal pour la décolorer et on la sèche à l'exsiccateur.

Propriétés. — L'oléine constitue à l'état pur un liquide incolore, insipide et inodore qui ne se congèle pas à — 10°. Exposée à l'air, elle absorbe de l'oxygène, rancit et donne lieu à la formation d'acide oléique libre. Elle distille dans le vide sans se décomposer ; mais si on la chauffe fortement à l'air libre, elle se décompose partiellement et donne de l'acroléine. L'acide hypoazotique la transforme en élaïdine solide.

VII. — ACIDE LINOLÉIQUE, $C^{18}H^{32}O^{2}$. — Des travaux de Bauer, Hazura et autres, il résulte que cet acide, extrait des différentes huiles siccatives, constitue en réalité un mélange de trois acides : les acides linolique, linolénique et isolinolénique, accompagnés d'un peu d'acide oléique.

Ces acides ne peuvent être extraits directement des huiles qui les contiennent, mais sulement par réduction des produits résultant d'une addition de brome. A cet effet, on saponifie de la manière habituelle de l'huile de lin ou de chanvre et on sépare le mélange d'acides du savon. 50 gr. de ces acides sont dissous dans 150 cm³ d'acide acétique glacial et additionnés de 28 cm³ de brome qu'on y fait tomber goutte à goutte à une température de 8°. On obtient ainsi un produit bromé solide qui, par cristallisation dans l'acide acétique glacial, peut être décomposé en corps différents. Le premier est le tétrabromure de l'acide linolique $C^{18}H^{32}Br^{4}O^{2}$: il est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'acide acétique glacial, le chloroforme, le benzol, l'éther, l'alcool, et fond à 114-115°. Le second produit est l'hexabromure de l'acide linolique $C^{18}H^{32}Br^{6}O^{2}$ qui fond à 117°, est insoluble dans l'eau et peu soluble dans les dissolvants que nous venons d'énumérer. Ces deux acides sont monobasiques.

On extrait l'acide linolique $C^{18}H^{32}O^{2}$ du tétrabromure fondant

à 114° en chauffant celui-ci au bain-marie pendant 36 heures en solution alcoolique avec de l'acide chlorhydrique et de l'étain ; se forme d'abord de l'éther éthylique qu'on décompose par ébullition avec de la potasse alcoolique ; ensuite, par une addition de chlorure de baryum on transforme l'acide en sel de baryum insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther.

On transforme l'acide linolique en *acide sativique* ou *tétraoxystéarique* $C^{18}H^{32}(OH^4)O^2$ par oxydation avec le permanganate de potasse en solution alcoolique diluée, et en *acide tetracétylsativique* ou *tétracétylstéarique* $C^{18}H^{32}(O.C^2H^3O)^4O^2$ par ébullition avec de l'anhydride acétique.

L'*acide linolénique* $C^{18}H^{30}O^2$ est extrait de l'hexabromure fondant à 177° en chauffant celui-ci avec de l'acide chlorhydrique et du zinc pendant 50 heures sous un condenseur à reflux. Le produit bromé, peu soluble dans l'alcool, entre en dissolution au fur et à mesure de la décomposition , on sépare ensuite l'acide de la même manière que l'acide linolique.

L'oxydation de l'acide linolénique par le permanganate de potasse et l'acétylation donnent lieu à la formation de l'*acide linusique* $C^{18}H^{30}(OH)^6O^2$ et de son isomère l'*acide isolinusique*.

VIII. — Acide ricinoléique $C^{18}H^{34}O^2$. Poids moléculaire 298. — L'acide ricinoléique est l'élément principal de l'huile de ricin. Pour l'extraire, on saponifie cette huile, et à la solution aqueuse on ajoute du chlorure de chaux en quantité suffisante pour transformer un sel de chaux insoluble 1/3 environ de l'acide qui y est contenu. On élimine le précipité par filtration et on ajoute au filtrat une nouvelle quantité de chlorure de chaux, calculée de manière à neutraliser encore 3/6 de la quantité initiale d'acide dont la solution ne devra plus contenir ensuite que 1/6 environ. On lave le précipité, et on extrait le ricinoléate de calcium par une série de cristallisations dans l'alcool, finalement on sépare l'acide du sel calcaire par l'acide chlorhydrique.

L'acide ricinoléique constitue un liquide huileux incolore,

épais, qui se solidifie entre — 6° et — 10°. Il est très soluble dans l'alcool et dans l'éther, accuse une réaction acide, se décompose en distillant, n'absorbe pas d'oxygène à l'air libre et est transformé par l'acide hypoazotique en son isomère l'*acide ricinélaïdique*.

D'après Krafft, l'acide ricinoléique possède des propriétés entièrement différentes quand on le prépare comme suit :

On saponifie rapidement l'huile de ricin avec une lessive concentrée de potasse et on décompose le savon formé en le chauffant avec de l'acide chlorhydrique concentré. Après plusieurs lavages à l'eau, on refroidit le liquide à 0° ; il se solidifie alors et forme une masse composée d'agrégats cristallins dont on élimine les matières gluantes par expression, en donnant une pression d'abord modérée, puis de plus en plus forte à une température graduellement ascendante jusqu'à 10-12°. On obtient comme résidu l'acide ricinoléique incolore et inodore. Si l'on prolonge le contact de l'acide au-delà du temps nécessaire, on obtient un produit difficilement solidifiable, même au froid, et ne fournissant à la pression que peu d'acide ; celui-ci est alors coloré en jaune.

L'acide ricinoléique épuré par la pression forme une masse cristalline dure, blanche, qui fond à 16-17°. A l'état solide, il se conserve à l'air libre pendant plusieurs semaines sans se modifier. Si on le distille dans le vide, il bout à 250° et fournit un acide soluble, solidifiable par refroidissement, et dont la composition est $C^{18}H^{32}O^{2}$.

Comme l'acide oléique, l'acide ricinoléique combine deux atomes de brome et d'iode et forme de l'*acide diiodoxystéarique*, $C^{18}H^{32}I^{2}(OH)O^{2}$. Par oxydation avec le permanganate de potasse en solution alcaline diluée, l'acide ricinoléique forme des *acides trioxystéarique* et *isotrioxystéarique* $C^{18}H^{33}(OH)^{3}O^{2}$.

Les acides gras non saturés que nous venons de décrire (acides oléique, ricinoléique et linoléique), forment une série suivie dont les unités se rattachent étroitement à l'acide stéa-

rique en lequel ils peuvent être transformés par réduction des oxacides correspondants.

SUBSTANCES DIVERSES CONTENUES DANS LES MATIÈRES GRASSES

Quoique les matières grasses se composent en majeure partie de graisses neutres ou triglycérides, on y trouve aussi des matières étrangères provenant soit des matières premières, soit de transformations spontanées des graisses. Nous allons en dire quelques mots.

1° *Acides gras libres.* — Normalement, les corps gras fraîchement extraits soit des plantes arrivées à bonne maturité, soit du corps de l'animal, ne contiennent que des proportions minimes d'acides gras libres. Mais, lorsque les graines oléagineuses ne sont pas arrivées à parfaite maturité, ou lorsque, par suite d'intempéries au moment de la récolte, elles ont germé, l'huile contient des acides gras libres en quantités appréciables. En outre, les matières grasses s'altèrent avec le temps, surtout quand elles contiennent de l'eau et des matières albuminoïdes ; il s'y forme alors des acides gras libres en quantité plus ou moins grande, suivant le degré d'altération. Il en est de même des tourteaux d'huilerie dont la matière grasse se transforme partiellement en acides gras libres.

2° *Matières colorantes.* — A l'état chimiquement pur, les huiles et les graisses sont incolores. Telles qu'elles sont produites industriellement, les huiles sont jaunâtres ou verdâtres ; quelques-unes varient du jaune foncé au brun. La coloration est due à la présence de matières empruntées soit aux graines, soit au corps de l'animal quand il s'agit de graisses.

3° *Matières odorantes.* — Beaucoup d'huiles contiennent des traces d'essence aromatique provenant des plantes qui les fournissent : telles sont les beurres de laurier, de muscade, etc. Elles possèdent alors un léger parfum qui rappelle celui de ces plantes.

4° *Cholesterine*. — La cholesterine se rencontre aussi bien dans l'organisme animal que dans les graines des végétaux. Elle n'est pas identique dans les deux cas, mais forme deux produits isomères. Celle des végétaux est appelée *phytostérine*. Les deux produits se distinguent par leur point de fusion et la forme de leurs cristaux. La cholesterine fond à 146° ; sa solution saturée à chaud se concrète en se refroidissant en un liquide épais et cristallin; la phytostérine forme des aiguilles solides, assez grandes, qui fondent à 132-134°. L'une et l'autre accusent des réactions colorantes si on les dissout dans le chloroforme et y ajoute de l'acide sulfurique : la solution se colore successivement en jaune brun, en rouge sang, et ensuite en rouge cerise, puis en pourpre. Les solutions de l'une et de l'autre font dévier à gauche le plan de la lumière polarisée.

Schulze a trouvé dans les graisses animales, notamment dans le suint de laine, un troisième isomère, l'*isocholesterine*, qui n'accuse pas la réaction sulfurique et est optiquement inactive. Enfin, on a encore identifié deux autres isomères qui sont la *paracholesterine* (extraite de *Aethalium septicum*) qui se distingue de la phytosterine par sa déviation polarimétrique un peu plus faible, et la *caulosterine* (extraite des germes et des racines de lupin étiolé) qui se distingue de tous les corps de ce groupe par son point de fusion qui est compris entre 158 et 159°.

COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE DES HUILES

Toutes les huiles n'ont pas la même composition élémentaire. Celle-ci cependant ne présente que de faibles variations, comme le montrent les chiffres suivants :

a) *Huiles végétales :*

	Carbone	Hydrogène	Oxygène	Chimistes
	—	—	—	—
Huile de lin.......	76,01	11,35	12,64	Saussure
—	78,00	11,00	11,00	Schædler
Huile de noix......	79,77	10,57	9,12	Saussure
Huile de ricin.....	74,18	11,03	14,79	—
Huile d'olives......	77,21	13,36	9,43	Gay-Lussac et Thénard
—	77,20	11,30	11,50	Schædler
Huile d'amandes...	77,40	11,48	10,83	Saussure
Huile de faines....	75,11	11,06	13,83	Schædler
Huile de chènevis..	76,00	11,30	12,70	—
Huile de pavot.....	76,63	11,63	11,74	—
Huile de navette...	77,21	11,36	9,43	—

b) *Graisses animales :*

	Carbone	Hydrogène	Oxygène	Point de fusion	Point de solidification
	—	—	—	—	—
Graisse de bœuf....	76,50	11,91	11,59	41-50°	15-36°
Graisse de mouton..	76,61	12,03	11,36	41-52°5	24-43°
Graisse de porc.....	76,54	11,94	11,52	42,5-48°	15-28°
Graisse de cheval....	77,07	11,69	11,24	—	—
Beurre..............	75,63	11,87	12,50	37	—

Parmi ces graisses, celle de cheval contient le plus de carbone ; le beurre de vache en contient le moins.

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES CORPS GRAS

Solubilité des corps gras. — Tous les corps gras sans exception sont facilement et complètement solubles dans l'éther, le benzol, le chloroforme, le sulfure de carbone ; mais ils sont insolubles dans l'eau et ne se mélangent pas avec elle. C'est sur cette propriété qu'est basée l'extraction de l'huile par diffusion au moyen des dissolvants, procédé dont il sera parlé dans le courant de ce travail.

Quoique les huiles ne soient pas miscibles avec l'eau, on peut les y répartir avec le secours d'autres matières, sous forme de

fines gouttelettes en les émulsionnant. Les matières qui favorisent l'émulsion sont : les corps gélatineux, les solutions de gélatine, le fiel, des traces d'alcali ; lorsqu'on agite leurs solutions avec l'huile, elles forment avec elle des mélanges laiteux. Si l'on mélange des huiles contenant des acides gras libres, avec une solution de carbonate de soude contenant en dissolution 0,25 p. 100 de ce sel, il se produit à la surface du liquide une effervescence de la masse huileuse, et le tout se transforme spontanément en une émulsion.

Action de l'air et de la lumière sur les huiles. — Les huiles se comportent très différemment au contact de l'air, et suivant leur mode de se comporter, on les divise en deux groupes. Les unes absorbent l'oxygène de l'air et, si on les y expose en couches peu épaisses, elles se transforment en masses fermes, transparentes : ce sont les *huiles siccatives*. La dessiccation est basée sur une transformation que subit le glycéride de de l'acide linoléique contenu dans ces huiles. Celles qui ne renferment pas le glycéride de l'acide linoléique absorbent également de l'oxygène, il est vrai, mais elles ne se dessèchent pas dans les mêmes conditions ; elles deviennent *rances*. Certaines huiles se composent d'un mélange de glycérides, de l'acide linoléique et de l'acide oléique, telles sont les huiles de coton ; elles ne durcissent que lentement à l'air, c'est pourquoi on les désigne comme huiles imparfaitement siccatives.

Dans la *dessiccation des huiles*, celles-ci augmentent également de poids, comme l'a démontré Cloez (1865). Ce savant a trouvé que 10 grammes d'huile de lin avaient augmenté de 0 gr. 703 milligrammes après 18 mois ; de même 10 grammes d'huile de pavot étaient devenus 10 gr. 705 dans le même espace de temps. Les chiffres suivants montrent les transformations produites

Huile de lin.

	100 gr. à l'état frais contenaient	Après 18 mois	Différences
	—	—	—
Carbone........	77,57	72,299	— 5,271
Hydrogène......	11,33	10,574	— 0,756
Oxygène........	11,10	24,157	+ 13,057
	100,00	107,030	

Huile de pavot.

Carbone........	77,494	71,381	— 6,116
Hydrogène.....	11,398	10,641	— 0,757
Oxygène........	11,108	25,028	+ 13,923
	100,000	107,050	

L'absorption d'oxygène est aussi influencée par le mode d'éclairage. Cloez a exposé à l'action de l'air différentes huiles et observé l'augmentation de poids obtenue suivant que les huiles étaient exposées à un endroit obscur ou en flacons de couleurs variées. 10 gr. d'huile de pavot ont accusé les augmentations suivantes de poids après 40 et 150 jours :

	Après 40 jours	Après 150 jours
	—	—
	gr.	gr.
A l'obscurité........	0,008	0,638
En verre incolore...	0,520	0,498
En verre rouge.....	0,322	0,726
En verre jaune.....	0,471	0,733
En verre vert.......	0,307	0,786
En verre bleu......	0,613	0,618

A l'obscurité, l'huile n'avait donc presque pas changé de poids après 40 jours ; mais une fois commencée, l'absorption d'oxygène était devenue très rapide, de sorte qu'au bout de 150 jours l'huile conservée à l'obscurité avait subi une augmentation de poids plus forte que l'huile conservée sous du verre incolore ou bleu.

Le processus chimique de la solidification des huiles siccatives consiste, d'après Mulder en ce que l'acide linoléique se transforme d'abord en acide oxylinoléique, et que celui-ci se transforme à son tour, après un temps plus ou moins long, en un corps solide, élastique, neutre, insoluble dans l'éther, qui est la linoxyne. Mulder pose les règles suivantes :

1° Les huiles siccatives se comportent toutes de la même manière sous l'action de l'oxygène de l'air, avec cette différence que l'oxydation est d'autant plus rapide que les huiles renferment plus d'acide linoléique ;

2° L'oxydation n'est pas seulement basée sur la saturation des acides libres par l'oxygène, mais il se forme encore des groupes d'hydroxyles par l'interposition d'atomes d'oxygène entre les atomes d'acide carbonique et d'hydrogène ;

3° Il n'y a pas de différences entre l'oxydation des acides des huiles siccatives et de leurs sels.

4° Si on expose à l'air pendant des années des acides oléiques siccatifs en couches faibles, il se formera une sorte d'anhydride lorsque l'oxydation sera achevée, d'où résultent des produits résineux, insolubles dans l'éther.

5° Dans la dessication des huiles n'entrent en jeu que les acides linoléique, linolénique et isolinolénique ; l'acide oléique ne fournit pas de produit solide d'oxydation.

Si l'on expose à l'air de l'huile de lin en couches faibles, l'oxydation des glycérides commence par la glycérine, puis elle passe à l'acide linoléique qui fournit alors l'anhydride d'un acide oxylinoléique, insoluble dans l'éther, qui est la lynoxine de Mulder. Il en résulte, en outre, une deuxième substance également insoluble dans l'éther, qu'on a désignée sous le nom d'*oxylinoléine*.

On augmente considérablement le pouvoir d'absorption des huiles grasses pour l'oxygène en les répandant sur des surfaces poreuses ; la chaleur développée par l'oxydation est alors assez considérable pour déterminer une combustion spontanée.

Enfin, d'après M. A. Livache, qui a publié de nombreux tra-

vaux personnels, la siccativité des huiles (1), les huiles dites siccatives ne sont pas les seules qui, par dessication, se transforment en lynoxyne. D'autres huiles non siccatives, telles que les huiles d'olive et de colza, montrent les mêmes propriétés quand on les maintient à une température élevée (120°-160° C avec ou sans traitement préalable par la litharge ou le borate de manganèse). On obtient des résultats analogues avec les graisses animales solides, telles que des mélanges de margarine et de stéarine.

Ainsi, la distinction entre les huiles siccatives et les huiles non siccatives, est seulement admissible avec cette restriction que l'oxydation ne s'effectue qu'à la température ordinaire. Les expériences de M. Livache montrent que toutes les substances grasses sans exception, qu'elles soient d'origine végétale ou animale, peuvent être transformées en un produit élastique analogue à celui fourni par les huiles dites siccatives, pourvu qu'elles soient exposées à une température convenable. La transformation peut être lente ou rapide suivant la température employée, et le traitement préliminaire qu'on leur fait subir; mais le produit final reste solide, même à une température élevée, et par sa transparence, son élasticité et ses propriétés chimiques, il paraît être identique avec la linoxyne.

Action de la chaleur. — Tous les corps gras peuvent être chauffés, à l'abri de l'air, à une température de 250° C sans se décomposer. Si on les chauffe à une température plus élevée,

(1) A. Livache. De l'action de certains métaux sur les huiles. *Comptes rendus*, 22 janv. 1883. — Analyse des huiles par le plomb précipité. *Monit. scient.* 1883, 1888. — Conditions propres à accélérer l'oxydation des huiles siccatives. *Comptes rendus*, 3 déc. 1883. — De l'oxydation des huiles. *Comptes rendus*, 24 mai 1886. — Etude des produits solides résultant de l'oxydation des huiles siccatives. *Comptes rendus*, juillet 1891. — Sur la siccativité des matières grasses en général. *Comptes rendus*, 16 avril 1895. — Du rôle du manganèse dans certaines oxydations. *Comptes rendus*, 28 juin 1897. — Note sur les résinates et oléates métalliques. *Bull. Soc. d'Encouragement*, 1898. — Sur la peinture à l'huile. *Comptes rendus*, 20 mai 1901.

ils prennent une teinte foncée, et dégagent des vapeurs âcres et suffocantes : il se forme de l'acroléine C^3H^4O, et le produit de la distillation contient différents acides gras, de l'acide cébacique, des hydrocarbures liquides et solides. L'apparence d'ébullition qu'on remarque dans les huiles à une température élevée est déterminée par la formation de produits volatils résultant de la décomposition de la matière.

Si l'on met une matière grasse quelconque dans un vase chauffé au rouge, elle se décompose instantanément. Elle dégage d'abord des hydrocarbures gazeux, qui brûlent avec une flamme très claire. C'est sur cette décomposition qu'est basée la fabrication du gaz à l'huile.

Si l'on chauffe de la matière grasse avec de l'eau à une température de 200°C, ou si l'on fait passer de la vapeur à 300°C dans de la graisse chauffée, celle-ci se décompose en glycérine et en acides gras (Berthelot et autres). Cette décomposition est employée pour la fabrication des acides gras.

Chauffées en présence d'air, les matières grasses se comburent. La combustion commence très lentement à 116°C ; entre 130 et 140°C il y a production d'acide carbonique, à 150°C le processus d'oxydation est tellement énergique pour la graisse de bœuf qu'on perçoit nettement un phénomène lumineux. Cependant, l'oxydation n'est pas plus rapide dans une atmosphère d'oxygène qu'à l'air atmosphérique.

Action des alcalis. — Tous les corps gras sont décomposés par les hydrates alcalins en savon et en glycérine. Comme chaque molécule de matière grasse exige pour sa saponification 3 molécules d'hydrate de potasse, il faut d'autant moins de ce dernier que le poids moléculaire de la matière grasse est plus élevé. Si d'autre part, on connaît la quantité d'hydrate de potasse nécessaire pour saponifier l'unité pondérale de graisse, on peut en déduire le poids moléculaire de cette dernière. Exemple : pour saponifier 1 molécule ou 890 parties pondérales de stéarine, il faut 168,3 parties d'hydrate de potasse ; pour saponifier 1000 gr. de stéarine il faut 189, 1 mg d'hydrate de potasse :

$$890 : 1683 :: 1000 : x$$
$$x = \frac{168,3 \times 1000}{890} = 189,1$$

Pour les autres glycérides on trouve les chiffres suivants :

	Poids moléculaires —	Hydrate de potasse — Milligrammes
Stéarine..........	890	189,1
Oléine............	884	190,4
Palmitine........	806	208,8
Myristine........	722	233,1
Laurine..........	638	263,8
Caprine..........	594	283,3
Caproïne.........	386	436,0
Butine...........	302	557,2

La quantité d'hydrate de potasse nécessaire pour saponifier 1 gr. de matière grasse est désignée par le nom d'*indice de Köttstorfer*. Cet indice permet de trouver le poids moléculaire de la matière grasse d'une manière très simple. Par exemple, pour la stéarine :

$$189,1 : 168,3 :: 1000 : x$$
$$x = \frac{168,3 \times 1000}{189,1} = 890$$

La détermination de l'indice de saponification ou indice de Köttstorfer permet d'identifier un grand nombre de matières grasses, vu que cet indice est d'autant plus élevé que les glycérydes qu'elles contiennent ont un poids moléculaire plus faible.

En dehors de l'indice de saponification, on détermine souvent aussi l'*indice de saturation*. On désigne par ce nom le nombre de centimètres cubes de potasse normale nécessaire pour saturer 1 gr. d'acide gras. Les acides gras qu'on rencontre le plus souvent ont les indices suivants :

	Poids moléculaire	Indice de saturation
	—	—
Acide stéarique..........	284	197,5
Acide oléique............	282	198,9
Acide palmitique.........	256	219,1
Acide myristique.........	228	246,1
Acide laurique...........	200	280,5
Acide caprinique.........	172	326,2
Acide capronique........	116	483,6
Acide butyrique.........	88	637,5

Action des corps halogènes. — Comme les corps gras sont des mélanges de glycérides d'acides saturés et d'acides non saturés, et que ces derniers peuvent être transformés en acides saturés par addition du nombre d'atomes d'halogène nécessaire, on se base sur cette propriété pour déterminer les éléments des matières grasses. Hübl a établi sur ce principe une importante méthode d'analyse.

Si nous distinguons les cinq groupes d'acides suivants :

1. $C_nH_{2n}O_2$
2. $C_nH_{2n-2}O_2$
3. $C_nH_{2n-2}O_3$
4. $C_nH_{2n-4}O_2$
5. $C_nH_{2n-6}O_2$

nous trouvons que les acides du premier groupe restent indifférents en présence des corps halogènes (chlore, brome, iode), que ceux du deuxième et du troisième groupe prennent chacun deux atomes de ces éléments, ceux du quatrième groupe en prennent quatre, et ceux du cinquième en prennent six, et se transforment ainsi en acides saturés, le chlore, le brome ou l'iode prenant la place des atomes d'hydrogène. Comme l'a démontré Hübl, le chlore et l'iode sont les corps les plus faciles à incorporer aux acides non saturés. Mais, comme ces deux corps agissent en quantités équivalentes, il est plus simple de les réduire à leur valeur iode, et l'on désigne par *indice d'iode* d'une matière grasse ou d'un acide gras la quantité de corps halogène, exprimée par son équivalent d'iode, qui est néces-

saire pour transformer 100 parties d'une graisse ou d'un acide gras en combinaison saturée.

Les acides suivants ont pour indices d'iode :

	Poids moléculaire	Iode nécessaire par molécule	Indice d'iode
	—	—	—
Acide hypogéique $C^{16}H^{30}O^2$.....	254	254	100,00
Acide oléique $C^{18}H^{34}O^2$.........	282	254	90,07
Acide doglinique $C^{19}H^{36}O^2$......	296	254	85,81
Acide érucique $C^{22}H^{42}O^2$........	338	254	75,15
Acide ricinoléique $C^{18}H^{34}O^3$.....	298	254	85.23
Acide linoléique $C^{18}H^{32}O^2$......	280	508	181,43
Acide linolénique $C^{18}H^{30}O^2$.....	278	762	274,10

La transformation des acides non saturés s'opère le mieux au moyen d'une solution alcoolique d'iode contenant pour deux atomes d'iode une molécule de chlorure de mercure. Par cette réaction l'acide oléique, par exemple, est transformé en acide chloro-iodo-stéarique. $C^{17}H^{33}$ ClI COOH.

Hübl a groupé les matières grasses d'après leurs indices d'iode. Ces données, combinées avec les indices de saponification, les points de fusion et de solidification des acides gras, contribuent à caractériser les diffférentes matières grasses. Mais ces renseignements sont plutôt du domaine de l'analyse chimique et nous n'y insisterons pas ici.

Action de l'acide sulfurique concentré. — Si à 50 grammes d'huile on ajoute 10 grammes d'acide sulfurique pur, il se produit dans le mélange un échauffement considérable. Cette propriété est employée pour différencier les huiles en ce sens, que l'échauffement est beaucoup plus grand pour les huiles siccatives que pour les non siccatives. Cette réaction a été étudiée surtout par Maumené. Ainsi, l'huile d'olive, par exemple, s'échauffe de 42°, l'huile de pavot de 86°4, et l'huile de lin de plus de 100°. Les mélanges d'huiles de différentes sortes donnent des échauffements compris entre ces deux extrêmes.

L'acide sulfurique concentré décompose les matières grasses

en acides gras libres et en acide sulfo-glycérique, qu'on sépare en les traitant avec de l'eau, et en les distillant par la vapeur surchauffée. Ce procédé est employé industriellement pour la fabrication des acides gras. Les graisses contenant de l'acide oléique fournissent alors des acides sulfoniques solubles dans l'eau, décomposables par l'ébullition avec de l'eau et précipitant de l'acide oxystéarique.

Action de l'acide hypoazotique. — L'acide hypoazotique possède la propriété de transformer les acides non saturés de la série $CnH^{2}n-^{2}O^{2}$ (comme l'acide oléique), de même que les oxyacides $CnH^{2}n-^{3}$ (OH) O^{2} auxquels appartient l'acide ricinoléique, en leurs isomères à point de fusion beaucoup plus élevé. Ainsi, l'acide oléique qui est liquide à la température ordinaire, est transformé en son isomère, l'acide élaïdique solide, tandis que l'acide linoléique et d'autres ne subissent aucune transformation. Ce procédé a été tout d'abord employé par Poutet pour différencier les huiles. 10 grammes d'huile sont additionnés de 5 grammes d'acide nitrique à 40-42° B. et de 1 gramme de mercure dans un tube à expériences; on agite pendant trois minutes, on laisse reposer vingt minutes, puis on agite de nouveau pendant une minute. A partir de ce moment

L'huile d'olive se solidifie en 1 heure,
L'huile d'arachide se solidifie en 1 h. 20,
L'huile de sésame se solidifie en 3 h. 5,
L'huile de navette se solidifie en 3 h. 5,
L'huile de lin forme une masse rouge pâteuse,
L'huile de foie se comporte de même,
L'huile de baleine accuse la même réaction,
L'huile de chanvre n'est pas modifiée.

L'emploi du mercure a pour but de développer l'acide nitreux ; on peut aussi le remplacer par du cuivre ou par une solution concentrée de nitrate de potasse.

Le réactif employé par Poutet se compose d'une solution de 6 parties de mercure dans 7,5 parties d'acide azotique (D = 1.360).

Action de l'acide acétique glacial. — La différence de solubilité des différentes huiles dans l'acide acétique glacial est assez considérable. Valenta s'est servi de cette propriété pour les différencier. Ainsi, si on mélange des volumes égaux d'acide acétique glacial (D = 1.0562) et d'huile, les huiles de grignons d'olive et de ricin se dissolvent somplètement à la température ordinaire (15 à 20°).

Les huiles de palme, de laurier, de muscades, de coco, de palmiste, d'illipé, d'olive, de sésame, de pépins de citrouille, d'amande, de coton, d'arachide, d'abricot, de suif et de foie se dissolvent complètement ou presque complètement à des températures comprises entre 23° et le point d'ébullition de l'acide acétique.

Les huiles de navette, de colza, de raifort se dissolvent incomplètement à la température d'ébullition de l'acide acétique.

Action de l'anhydride acétique. — Si l'on fait bouillir les acides gras ordinaires avec de l'anhydride acétique, ils ne subissent aucune tranformation, tandis que les oxyacides, comme par exemple l'acide ricinoléique, $C^{17}H^{32}(OH)COOH$, échangent l'atome d'hydrogène du groupe hydroxylé contre l'acétyle et forment alors de l'acide acétylricinoléique $C^{17}H^{32}(OC^{2}H^{3}O)COOH$. Un acide ainsi acétylé exige pour la saponification une quantité d'hydrate de potasse double de celle nécessaire pour sa neutralisation.

Benedikt a basé sur ce principe un procédé pour déterminer les oxyacides dans les matières grasses. Pour son application, on saponifie la matière grasse et on sépare les acides gras. 50 grammes des acides gras sont mis ensuite en ébullition pendant deux heures avec 40 grammes d'anhydride acétique sous condenseur à reflux ; ensuite le liquide est maintenu en ébullition avec 500-600 cm³ d'eau. Pour éviter les chocs produits par l'ébullition, on introduit dans le liquide de l'acide carbonique au moyen d'un tube capillaire. Les acides acétylés qu'on a séparés sont mis en ébullition avec de l'eau jusqu'à ce que celle-ci n'accuse plus de réaction acide.

Un échantillon des acides séparés de l'eau et séché sert ensuite à la détermination de l'indice d'acidité, un autre sert à déterminer l'indice de saponification de la manière décrite plus haut. La différence entre les deux indices donne l'*indice d'acétyle.*

Il résulte des recherches de Benedikt que toutes les matières grasses naturelles contiennent de faibles quantités d'oxyacides ; l'huile de ricin seule en contient des proportions importantes. Les différentes huiles ont fourni à l'auteur les résultats suivants :

	NON ACÉTYLÉS		ACÉTYLÉS		
Acides gras de	Indice d'acide	Poids moléculaire	Indice d'acide	Poids moléculaire	Indice d'acétyle
—	—	—	—	—	—
Huile d'arachide	198,8	282.2	193,2	196,7	3,4
Huile de coton	199,8	280,8	195,7	212,3	16,6
Huile de croton	201,0	279,1	195,7	204,2	8,5
Huile de chanvre	199,4	281,3	196,8	204,3	7,5
Huile de lin	201,3	278,7	196,6	205,1	8,5
Huile d'amande	201,6	278,3	196,5	202,3	5,8
Huile de pavot	200,6	279,7	194,1	207,2	13,1
Huile de noix	204,8	273,9	198,1	205,6	7,6
Huile d'olive	197,1	284,6	197,3	202,0	4,7
Huile de noyaux de pêche.	202,5	277,0	196.0	202,4	6,4
Huile de ricin	177,4	316,2	142,8	296,2	153,4
Huile de navette	182,5	307,4	178,5	184,8	6,3
Huile de sésame	200,4	279,9	192,0	203,5	11,5

Le faible indice d'acétyle trouvé pour l'huile de navette prouve que l'acide rapinique, isomère de l'acide ricinoléique, découvert par Reimer et Will, a une composition différente de celle de ce dernier acide.

Action de l'acide nitrique et du nitrate d'argent, d'après Brullé. — Si à 10 grammes d'huile on ajoute 0,5 cm³ d'acide azotique fumant et qu'on chauffe le mélange en agitant énergiquement jusqu'à la formation de mousse, on obtient des colorations qui varient pour les différentes huiles. Si a ce mélange on ajoute encore 5 cm³ d'une dissolution alcoolique de nitrate d'argent à 25 p. 100 et que l'on continue à chauffer, le

nitrate d'argent se décompose subitement vers 115° et on obtient un précipité d'argent métallique. On continue à chauffer et on remarque alors sur les bords de la capsule la coloration de la couche d'huile ; d'un autre côté, on observe des reflets métalliques à la surface du liquide. Si l'on saponifie les huiles et si l'on traite de la même manière les savons obtenus, on obtient des colorations variées.

Densité. — Comme nous l'avons fait observer plus haut, les huiles sont plus légères que l'eau ; c'est pourquoi elles la surnagent et ne se mélangent pas avec elle. Leur densité varie entre 0,92 et 0,93 ; elle se rapproche le plus souvent de 0,92, comme le montre le tableau de Cloez qu'on trouvera plus loin.

On a voulu se baser sur la densité des huiles pour les différencier les unes des autres ; mais une méthode basée sur une propriété si peu stable est forcément erronée. La détermination de la densité s'effectue soit avec le densimètre, soit avec la balance aérothermique. Un point important à observer dans la prise de densité est de maintenir l'huile à la température de 15° C. ou, si on opère à une température différente, de tenir compte de cette différence par le calcul, car les huiles se dilatent considérablement à la chaleur.

Ainsi par exemple :

1 litre d'huile d'olive	se dilate de	0 cm³ 83	par augmentation de 1° cent.		
—	de navette	—	0 cm³ 89	—	—
—	de foie de morue	—	1 cm³	—	—

Par conséquent, 1.000 cm³. d'huile d'olive deviennent 1.016 cm³ à 20 ° C. La densité de cette huile est 0,919 à 12 H°C., tandis qu'à 90° C. elle est de 0,862.

La différence de densité des huiles avait fait penser que les unes étaient plus aqueuses que les autres ; mais cette opinion est erronée. En effet, les huiles ne diffèrent sous le rapport de leur composition chimique que par les proportions d'hydrogène, d'oxygène et de carbone, et sous celui de leurs principes immédiats ; elles varient par des quantités diverses d'oléine et de

stéarine. Or, les principes immédiats de l'huile ne récèlent pas d'eau toute formée. Une très petite quantité d'eau peut être associée au mucilage des huiles, mais dans ce cas ce fluide est tout à fait étranger à leur composition.

L'huile, dans l'état de limpidité, est privée de l'eau qu'on lui suppose ; celle-ci ne peut y exister dans de petites proportions que lorsque l'huile est encore récente et qu'elle n'est pas entièrement dépouillée de ses *fèces* : il n'y a que les huiles d'*enfer* ou de *ressence* qui soient aqueuses.

Ainsi, on ne peut pas supposer qu'il y ait de l'eau dans la plupart des huiles de graines extraites sans le secours de ce liquide et par les seuls moyens de la pression. Ces huiles peuvent cependant retenir une petite quantité d'eau lorsqu'elles sont nouvellement épurées et que l'eau qui a servi à les purifier ne s'est pas entièrement déposée dans les réservoirs où l'on pratique cette opération.

Fluidité des huiles. — Les huiles sont moins fluides que l'eau. Pour terme de comparaison on prend généralement la fluidité de l'eau et l'on indique combien de fois l'huile est plus épaisse que l'eau. On trouve ce chiffre en déterminant la durée que mettent deux volumes égaux d'huile et d'eau pour s'écouler à travers une ouverture de section très fine : le temps nécessaire à la sortie de l'eau est désigné par 1, et l'on réduit proportionnellement à ce chiffre le temps pris par la sortie de l'huile. On obtient ainsi le degré de viscosité de l'huile. Si, par exemple, un volume d'eau s'écoule d'une ouverture très fine en 9 secondes, tandis qu'un égal volume d'huile de ricin met 1830 secondes pour traverser la même ouverture, le degré de viscosité de l'huile de ricin est de $\frac{1830}{9} = 203{,}33$. Dans ces sortes de recherches il faut avoir soin de bien maintenir la température à laquelle se font les deux essais. En outre, pour que les recherches aient une valeur scientifique, il faut opérer à une température convenue d'avance (7°,5 et 15° C. d'après Schubler, 20° C. d'après Engler). Comme la viscosité des huiles diminue à mesure que la température augmente, mais en proportions

variables. il faut également faire des essais à une température plus élevée pour les huiles de graissage.

Point de congélation et point de fusion. — Cette détermination est appliquée aux huiles qui sont concrètes à la température ordinaire et aux acides gras solides. Mais, le point de fusion diffère du point de congélation, il est ordinairement plus élevé ; la différence entre le point de fusion et celui de solidification constitue la *remonte*. La détermination des points de fusion et de congélation présente de l'intérêt au point de vue de l'analyse des huiles. Mais, en raison des difficultés que présente l'observation, certains praticiens préfèrent déterminer la température a laquelle fondent les acides gras qu'on retire par saponification et désaponification des huiles et des graisses. Détail à noter, la plupart des matières grasses qui sont fluides à la température ordinaire donnent des acides gras concrets dont on peut déterminer le point de fusion. Nous reviendrons sur cette question dans la partie de cet ouvrage retative à l'analyse des huiles.

DÉCOMPOSITION ENZYMIQUE DES MATIÈRES GRASSES (1).

Green (2) et Sigmund (3) ont découvert indépendamment l'un de l'autre que si l'on triture les graines oléagineuses avec de l'eau, elles mettent graduellement en liberté des acides gras ; ces auteurs attribuèrent ce phénomène à la présence dans la graine d'un enzyme lipolythique. En répétant leurs expériences sur des graines de ricin, ils ont remarqué qu'en les prolongeant pendant plusieurs jours, au lieu de 24 heures seulement, l'acidité augmente subitement au bout de 5 à 6 jours, suivant la température, etc. Mais, cette production subite d'acides gras

(1) Berichte, 1902, 3988-4006.
(2) Proc. Roy Soc., XLVIII, 370.
(3) Monatsh. f. Chem., IV, 272

n'a lieu qu'en présence d'une certaine quantité d'acide et les auteurs en concluent, contrairement à l'opinion de Green et de Sigmund, que la présence d'un acide est une condition indispensable pour que l'enzyme exerce son action.

On a alors fait des expériences sur l'action de l'enzyme sur les matières grasses autres que l'huile contenue dans les graines de ricin (huiles d'amande, de lin, de foie, de suif, etc.). Dans chaque cas les matières grasses furent aisément hydrolysées. Ainsi, dans une expérience typique, 5 grammes de graines de ricin décortiquées et broyées furent triturées avec 50 grammes respectivement de chacune des matières grasses et 10 grammes d'acide sulfurique déci-normal, et le mélange abandonné à lui-même pendant 24 heures. Les quantités d'acides gras mis en en liberté furent les suivantes : huile de lin, 83 p. 100 ; huiles de foie de morue, 76 et 84 p. 100 ; huile d'olive, 86 p. 100 ; huile de sésame, 85 p. 100 ; huile d'amande, 90 p. 100 ; et beurre de cacao, 92 p. 100.

Toutes les graines végétales ne possèdent pas le pouvoir lipolythique au même degré : les graines d'euphorbiacées, et spécialement celles de ricin, dépassent toutes les autres sous ce rapport. Il est préférable d'extraire l'huile des graines décortiquées par expression à froid ou par diffusion à froid, ni l'une ni l'autre de ces opérations n'exerçant d'influence nuisible sur le ferment. L'éther et le bisulfure de carbone n'affectent pas le pouvoir ferment de l'enzyme, mais le traitement des graines par l'eau, les solutions salines, la glycérine, etc., l'affaiblissent. Une dessiccation prolongée des graines à 100° C. lui est très nuisible. Les auteurs n'ont pu confirmer l'affirmation de Green et de Sigmund, d'après laquelle les graines de germination ne pouvaient être employées, car ils ont obtenu les mêmes résultats en se servant de graines au repos qu'avec des graines en germination. On accélère la réaction en augmentant la quantité de graines dans le mélange, mais non dans une mesure proportionnelle à cette addition.

Toutes les matières grasses ne sont pas décomposées avec la

même intensité. Ainsi, par exemple, l'huile de coco et l'huile de noix de palme se décomposent beaucoup moins facilement que l'huile de noix de palme ou de coton, tandis que le beurre, en particulier, oppose une résistance remarquable à l'action de l'enzyme. Les glycérides d'acides gras inférieurs sont plus stables que ceux à acides élevés. Ainsi, dans des expériences typiques, dans lesquelles 10 grammes de glycérides purs étaient traités dans des conditions identiques, on a trouvé, au bout de 24 heures, les quantités d'acides gras libres : triacétine, 0,4 ; tributyrine, 9,5 ; et trioléine, 50,6. Ce fait a été confirmé par une autre expérience avec d'autres éthers, de l'acide acétique, d'acides minéraux et d'acides aromatiques (éthers éthylique, amylique, etc.).

Pour fournir de bons résultats, le ferment exige la présence d'une certaine quantité d'eau ; un grand excès d'eau ne paraît pas affecter beaucoup les résultats. En ce qui concerne la quantité d'acide ou de sel acide, on a remarqué que la meilleure concentration est celle comprise entre 1/10 et 1/3 normale. Les acides sulfurique, phosphorique, acétique, le sulfate acide de sodium et probablement d'autres substances acides solubles peuvent être employées à volonté, sans grande différence dans les résultats. On peut également se servir d'acides insolubles dans l'eau, mais il en faut des quantités plus grandes. D'autres conditions essentielles sont une émulsion convenable des matières grasses et une température ne dépassant pas 40° C. A 50° C. l'action de l'enzyme est affaiblie ; à 100° C. elle cesse de se produire. Au début la décomposition s'effectue avec une grande rapidité, puis elle diminue graduellement, quoique au bout de plusieurs jours on constate encore une légère augmentation de l'acidité. Les substances suivantes sont nuisibles à l'enzyme : l'alcool, les alcalis, le savon, la formaldéhyde, le fluorure de sodium et le chlorure de mercure.

Applications industrielles. — Les principes de cette méthode de décomposition des corps gras ont servi de base à un procédé de fabrication pour les industries du savon et de la

stéarine. Ce procédé consiste à traiter les matières grasses avec des graines de ricin broyées (ou de la farine de tourteaux) pour hydrolyser les glycérides, et à saponifier ensuite les acides gras (après extraction de la glycérine) avec le carbonate de potasse ou de soude dissous, au lieu de les saponifier par la soude ou la potasse caustique dont le prix est beaucoup plus élevé. D'après les auteurs, ce procédé présente les avantages suivants: il est économique et bon marché, car les opérations peuvent se faire en vases ouverts et à basse température (40° C.) ; les produits sont de belle couleur et possèdent une odeur agréable. Quand on met en œuvre des graisses solides, on peut en séparer l'acide stéarique en une seule fois, et il n'exige pas de raffinage ultérieur ; l'acide oléique, obtenu par expression, est de couleur beaucoup plus claire que le produit qu'on trouve actuellement dans le commerce. Les seuls éléments qui échappent à l'action de l'enzyme sont les éthers des acides gras inférieurs, qui passent dans l'acide oléique et laissent le résidu solide absolument exempt de graisse neutre. Quand on opère sur des matières grasses liquides, la stéarine s'en sépare sous une forme cristalline ; on décante alors simplement les acides gras liquides. On obtient la glycérine à un état de concentration de 40 à 50 p. 100 ; elle est exempte d'impuretés, sauf une très faible proportion de sels et de matières protéiques provenant des graines.

Comme le fait observer Lewkowitsch (1), l'existence désormais certaine d'enzymes capables de décomposer les huiles est de nature à modifier nos idées relatives à la rancidité des graisses et des huiles. La première phase du rancissement est la formation d'acides gras libres. Examiné à la lumière de l'action des enzymes, ce phénomène trouve une explication facile et nous montre pourquoi l'huile d'olive, par exemple, exprimée de marc d'olives abandonné à l'air contient jusqu'à 75 p. 100 d'acides gras libres, et pourquoi l'huile de palme est si riche en

(1) *Journ. Soc. Chem. Industry*, 1903, 69.

acides gras libres. De plus, on comprend très bien maintenant pourquoi les huiles végétales, même fraichement extraites, contiennent une petite proportion d'acides gras libres, tandis que les graisses animales fraîchement préparées en sont exemptes.

CHAPITRE II

Conservation, nettoyage, décortication et analyse des graines oléagineuses.

CONSERVATION DES GRAINES

La première question à examiner est la conservation des graines oléifères en attendant leur mise en œuvre. Elles doivent être avant tout bien séchées à l'air, car l'humidité y produit de la moississure qui les déprécie considérablement. Il faut donc éviter de les mettre en gros tas, les aérer par des pelletages fréquents. La dessication a pour effet de modifier l'aspect des graines : elles prennent une apparence plus mate et acquièrent une certaine mobilité au toucher. Mais, il ne suffit pas de les sécher, car une fois sèches, elles attirent rapidement de l'humidité et, par suite, elles sont de nouveau exposées à moisir ; de plus, elles s'échauffent et fournissent alors une huile de qualité médiocre.

La conservation et la dessication des graines s'effectuent dans des celliers. Ceux-ci peuvent être ou des bâtiments à plusieurs étages ou des silos. Les bâtiments pour l'emmagasinement et la conservation des graines sont généralement élevés et spacieux ; ils comprennent jusqu'à cinq et six étages dont les compartiments forment des locaux ouverts, non séparés par des murs ; sur le plancher de ces compartiments on verse les graines en couches peu épaisses et l'on assure une aération suffisante. A cet effet, chaque étage est pourvu de fenêtres dans toutes les directions, de manière à ce qu'on puisse établir faci-

lement des courants d'air, mais sans y laisser pénétrer la pluie. Avec une bonne aération, l'humidité des graines s'évapore rapidement.

La construction des planchers doit être particulièrement soignée ; il ne doit pas y avoir de fentes dans lesquelles viendraient se loger les graines, car il serait difficile de les en retirer, et elles seraient exposées à se détériorer rapidement. En outre, on ménage entre les couches des sentiers qui donnent un accès facile à tous les points de la masse. Les graines fraîches ne doivent pas être entassées en couches supérieures à 8 centimètres, tandis que les graines déjà sèches peuvent sans inconvénient être accumulées jusqu'à une épaisseur de 1 m. 20. Les pelletages fréquents ont pour but de renouveler les surfaces et d'assurer ainsi une dessiccation uniforme. Les graines fraîches doivent être pelletées au moins une fois par jour, ce qui nécessite, comme on le voit, une main-d'œuvre assez importante.

C'est pourquoi on a cherché à opérer ce pelletage au moyen de machines. Dans ces sortes d'installations, un élévateur élève les graines à l'étage où elles doivent être conservées ; là elles sont saisies par un transporteur à hélice qui les charrie au point voulu. Ou bien encore, l'élévateur va déverser les graines à l'étage supérieur, d'où un transporteur les répartit dans différents tuyaux de distribution. Ceux-ci les laissent tomber d'abord sur le plancher de l'étage situé en-dessous, de celui-ci sur le suivant et ainsi de suite jusqu'à l'étage le plus bas, où une hélice les saisit pour les reverser de nouveau dans la trémie de l'élévateur, de telle sorte qu'elles sont toujours en mouvement. Cette manœuvre répond à un double but : d'abord elle supprime considérablement la main-d'œuvre, puisqu'un seul ouvrier suffit pour pelleter les graines accumulées sur un étage vers la trappe qui communique avec l'étage situé en-dessous ; ensuite elle assure une ventilation continue et une dessiccation rapide, en même temps qu'une épuration par-

tielle pour le cas où elle n'aurait pas été faite avant l'emmagasinage.

Ce mode de conservation et de dessiccation présente cependant certains inconvénients. La main-d'œuvre n'est pas complètement supprimée, puisqu'il faut pelleter les graines vers les ouvertures par lesquelles elles passent d'un étage à l'autre ; ensuite, les bâtiments de ce genre doivent être d'une construction très solide, ce qui immobilise naturellement un certain capital. On peut, il est vrai, utiliser encore ces bâtiments pour y conserver aussi d'autres matières en cas de besoin.

Le second mode de conservation des graines est constitué par les *silos*. Les graines y sont conservées en couches élevées, mais peu épaisses. A cet effet, ils sont divisés en compartiments par des cloisons verticales dans toute leur hauteur. L'essentiel est de bien utiliser l'espace dans l'installation de ces cloisons, ce qu'on réalise le mieux en les divisant transversalement en carrés ou en hexagones. On peut en construire aussi de forme cylindrique. Les cloisons sont généralement en bois ; mais il faut faire en sorte d'employer du bois hygroscopique, qui attire l'humidité par conséquent, protège la masse contre les variations de la température extérieure, qui soit léger et bon marché. Les silos en fer sont toujours cylindriques ; ils ont une stabilité très grande et sont à l'abri des incendies. Par contre, ils sont bons conducteurs de la chaleur, ce qui fait que les graines s'échauffent facilement et deviennent humides au centre ; enfin, ils ont une durée moindre que les silos en bois et pèsent beaucoup plus. Tout récemment, on a construit des silos en maçonnerie.

Les silos se terminent généralement en entonnoir dans le but de laciliter la vidange. A cet effet, on suspend sous l'ouverture inférieure une auge munie d'un dispositif de basculement. Lorsqu'elle occupe la position horizontale, elle se remplit de graines jusqu'à ce que son propre poids vienne obstruer l'ouverture du silo. Pour prélever des graines, on fait basculer simplement l'auge vers le côté où l'on veut prélever. Au-dessus

du silo se trouve un transporteur, courroie ou hélice, alimenté par un élévateur. Les graines tombent dans le silo et le remplissent. Au-dessous du silo se trouve également un système de transporteur qui permet de retirer les graines aussi souvent qu'on le désire, pour les envoyer à l'elévateur et par lui dans un autre silo.

Un inconvénient qui se présente dans le remplissage du silo est que souvent la colonne de graines qui vient se loger au-dessus de l'ouverture inférieure ne fait que le traverser ; en outre, les graines humides qui se trouvent dans un silo ne peuvent être séchées et sont vouées à une détérioration certaine. C'est pour remédier à ces inconvénients qu'on fait les transvasements sus-mentionnés ; on peut encore y injecter de l'air chaud ou froid par le bas.

Les avantages que présentent les silos sont nombreux : ils consistent à utiliser complètement l'espace, à faciliter le chargement et le déchargement, la surveillance, quelle que soit la nature des matières qu'il s'agit de conserver ; enfin, la manutention n'exige que peu de main-d'œuvre.

Le transvasement réitéré des graines répond encore à un autre but : les graines ainsi remuées subissent un frottement énergique qui détruit les insectes et un nettoyage qui les débarrasse de la poussière.

L'élévateur consiste en une courroie sans fin reposant sur deux cylindres à ses extrémités et munie de godets qui puisent les graines dans un réservoir approprié et vont les déverser à la partie supérieure.

A l'endroit où viennent se déverser les graines se trouve généralement une bascule automatique. Celle-ci se compose d'un récipient destiné à les recevoir ; lorsqu'une charge atteint un poids déterminé, le fond du récipient fait bascule et vide la caisse ; chaque pesée est enregistrée automatiquement.

NETTOYAGE DES GRAINES

Il est très important, au point de vue du rendement et de la qualité de l'huile, et même des tourteaux, de soumettre les graines à un nettoyage soigné pour les débarrasser de la poussière, du sable fin, de la terre, de la paille, du papier, etc. Cette opération s'effectue dans une machine à aspiration, ou mieux encore dans un trieur. Les trieurs sont ordinairement des cylindres horizontaux, inclinés, auxquels on communique un mouvement de rotation lent. Les graines y sont versées à l'endroit le plus élevé, passent sur une série de grilles ou tamis à mailles de différentes sections qui laissent passer les impuretés, les graines étrangères, etc., et ne retiennent que les bonnes graines.

Trieur Marot. — Le trieur Marot, composé à l'origine d'une foule d'organes fragiles et compliqués, constitue actuellement un appareil à la fois simple, robuste et de construction soignée. L'alimentation se fait au moyen d'un distributeur à œillettes qui étend automatiquement la graine en couche régulière sur le crible de trépidation. Ce crible est à grilles superposées, mobiles et changeables instantanément, suivant l'espèce de graines à trier.

L'appareil est à quatre diviseurs munis chacun d'une brosse brevetée, mobile, élastique et à pression variable. Il a deux régulateurs indépendants. Le bâti est boulonné et se démonte pièce par pièce. Ce trieur enlève les graines étrangères, les pailles, les pierres et criblures, et divises les graines en deux sortes pures, mais de différentes grosseurs. Enfin, un mécanisme très simple permet de vider l'appareil presque instantanément quand le nettoyage est terminé. Il est à manivelle et peut être mû à bras, ou à commande pour être actionné par une courroie. La force nécessaire ne dépasse jamais celle d'un homme.

On remarquera que le trieur est coupé par le milieu, pour faciliter le transport; mais il suffit de rapprocher les deux pièces l'une contre l'autre et à tourner la manivelle pour mettre le tout en marche. Ces machines ont été créées surtout pour le nettoyage et le triage des céréales ; mais elles s'adaptent parfaitement pour les graines oléagineuses. Il suffit d'ailleurs d'envoyer à M. Marot à Niort un échantillon de graines pour obtenir sur commande toutes sortes de trieurs spéciaux dont on garantit les résultats.

Nettoyeur-décortiqueur Hignette. -- Cette machine (fig. 1) sert à nettoyer et à décortiquer les graines de moutarde, de ricin, de millet, de sésame et autres.

L'appareil est fondé en principe sur la force centrifuge, et comprend comme organes travailleurs deux séries de cônes métalliques dont les uns sont fixes et les autres mobiles. Les cônes fixes sont retenus entre des cercles en fonte dont la superposition forme une colonne ou un cylindre, et entre eux viennent s'intercaler les cônes mobiles, également retenus dans des cercles en fonte dont la superposition forme une colonne ou un cylindre intérieur, qui traverse la première colonne et est porté par un arbre vertical *b* dont il reçoit le mouvement,

Les cônes de révolution présentent à leur hase supérieure un intervalle libre entre eux et la circonférence de la colonne, tandis que les cônes fixes s'arrêtent à leur base inférieure à quelques centimètres de la colonne intérieure, de manière à ce que la communication s'établisse par en haut et par en bas entre tous les compartiments des cylindres. De plus, les cônes mobiles présentent en dessus une surface rugueuse obtenue par des piqûres de la tole ; les cônes fixes, au contraire, sont piqués en-dessous afin que les surface rugueuses travaillantes se trouvent en regard des précédentes. On peut faire, à volonté, ces cônes en toile à fil d'acier, ou en fonte, ou en tôle ondulée.

Un moteur quelconque peut faire marcher cette machine : le mouvement transmis à une poulie de commande se communique à l'arbre vertical qui porte les cônes de révolution,

par le moyen de deux roues d'angle ; ou a lieu directement par une poulie horizontale placée sur l'arbre vertical *b*. L'alimentation a lieu par l'orifice *d* dans la partie A formant trémie, qui occupe la cavité supérieure du cylindre laissée par les cônes.

Lorsque la machine est en travail,les grains s'engagent par le centre sur le premier des cônes mobiles *o*, où, soumis à l'action de la force centrifuge, ils sont entraînés vers la circonférence en suivant l'inclinaison du cône de bas en haut, et en subissant des projections entre les deux surfaces striées des tôles fixes et mobiles. Les grains tombent alors dans un second compartiment, entre le premier cône mobile qui se trouve en-dessus et un nouveau cône fixe en-dessous qu'ils descendent très rapidement, car ils ne rencontrent ici que des surfaces lisses qui ne peuvent arrèter leur descente. Ils arrivent à l'ouverture laissée au bas du cône fixe et s'engagent dans un troisième compartiment pour être soumis à l'action centrifuge et suivre la même marche que précédemment. On comprend que si le nombre des cônes est de 5 ou plus pour chaque série, c'est autant de fois que les grains subissent ce mouvement alternatif d'ascension et de descente, accompagné d'une série de chocs dus au striage des cônes et au changement de direction..

Les grains *décortiqués mais mélangés aux écorces* tombent en sortant du dernier cône dans une cuvette *q*. Un ramasseur porté par le dernier cône mobile, chasse dans la trémie *e* le mélange qu'un conduit convenablement disposé amène dans le conduit d'aspiration *f* en nappe régulière et sur toute la largeur de la machine. Sous l'influence de l'aspiration déterminée dans ce conduit *f*, les grains cassés et autres corps de quelque valeur sont entraînés et sont reçus en *h*, tandis que l'air chargé des *balles*, *écorces*, poussières, pénètre dans le ventilateur *j* et est éliminé à l'extérieur.

Cette machine présente une facilité extrême de montage et de démontage qui permet de changer les tôles sans le secours d'un ouvrier spécial.

Jamais l'instrument ne s'engorge ; l'allure de la machine est

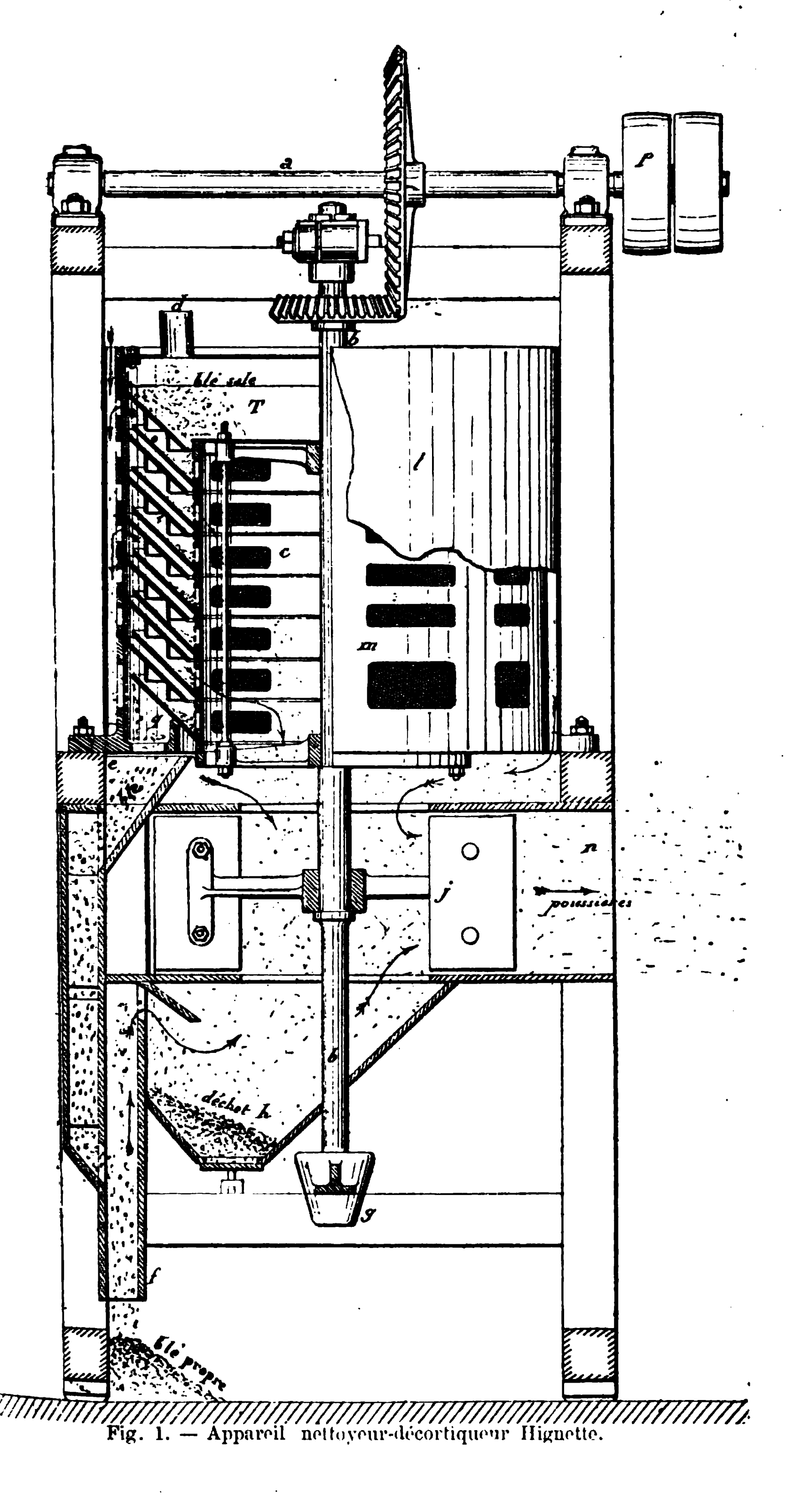


Fig. 1. — Appareil nettoyeur-décortiqueur Hignette.

si douce qu'elle peut-être placée à n'importe quel étage sans donner d'ébranlement.

CALCUL DE LA VALEUR DES GRAINES ET DU RENDEMENT EN HUILE

Valeur des graines. — La valeur des graines pour l'huilerie dépend : 1° de leur teneur en huile ; 2° du prix de vente et de l'emploi des huiles ; 3° des difficultés que présente leur extraction, et 4° de la valeur des résidus de l'huilerie. Ces quatre conditions sont importantes chacune par elle-même ; mais c'est leur ensemble qui est décisif. Ainsi, il y a des graines qui sont riches en huile, mais dont l'extraction présente certaines difficultés ou qui ne laissent que des résidus de peu de valeur (pépins de raisin, graines de tabac) ; l'huile revient alors trop cher eu égard à son prix de vente. En règle générale, il faut toujours donner la préférence aux graines les plus riches en huile, tout en tenant compte de l'âge, de la pureté, de l'état de conservation, etc. C'est pourquoi on fera bien de ne s'adresser pour les achats qu'à des maisons de confiance qui soient bien au courant de ces sortes de transactions. Le mieux encore est de baser les achats sur des échantillons qu'on fait préalablement analyser. Ce procédé, employé dans un grand nombre d'industries, est le seul rationnel, le seul qui permet d'éviter les mécomptes souvent désastreux. Sous ce rapport, l'expérience personnelle du fabricant le guidera mieux que tous les conseils. Le mieux encore est de comparer les échantillons avec un échantillon-type de qualité connue et dont on a déterminé expérimentalement la richesse en huile. Une bonne précaution consiste à tenir compte du poids d'une quantité déterminée de graines, d'un hectolitre par exemple, connaissant par ailleurs le poids moyen d'un hectolitre de graines de qualité connue.

Analyse chimique des graines. — Le moyen le plus sûr de se rendre compte de la valeur des graines, tant au point de vue de leur teneur en huile que de la valeur alimentaire des résidus

qu'elles fourniront, est donc l'analyse chimique. Les éléments à doser sont :

1° La quantité de matières grasses solubles dans l'éther ou le sulfure de carbone ;

2° La proportion de substances minérales obtenues par l'incinération et leur composition ;

3° La perte en humidité obtenue à 110° C. ;

4° La proportion des matières organiques autres que l'huile.

En règle générale cependant, il n'est pas nécessaire de faire une analyse aussi complète, surtout si l'on n'est pas outillé pour ce travail. On se contente le plus souvent de déterminer exactement la proportion de matière grasse contenue dans les graines oléagineuses.

Cette opération d'ailleurs ne présente aucune difficulté. La proportion de matière grasse contenue dans une graine peut être évaluée presque rigoureusement en épuisant cette graine, convenablement divisée, par un dissolvant neutre volatil tel que l'éther, le sulfure de carbone, la benzine, le chloroforme, etc. Parmi ces liquides, le sulfure de carbone bien purifié est celui qui donne les résultats les plus satisfaisants ; il dissout moins de substances étrangères aux corps gras que l'éther, et il est pour beaucoup d'autres raisons préférable à la benzine et au chloroforme.

L'extraction de l'huile des graines et des tourteaux se fait commodément dans un appareil à épuisement particulier, où le dissolvant arrive à l'état de vapeur au contact de la matière à épuiser, se condense dans la masse, la pénètre, enlève peu à peu toutes les parties solubles et retombe avec elle dans un ballon placé au-dessous que l'on chauffe au bain-marie et d'où le liquide volatil s'élève continuellement à l'état de vapeur jusqu'au moment où l'on arrête l'opération, lorsque la matière à traiter est complètement épuisée.

Les matières premières soumises au dosage de l'huile doivent être finement broyées ; le moyen le plus simple pour atteindre ce but est de les moudre dans un moulin à café. On opère sur

100 grammes de matière afin de diminuer autant que possible la perte d'huile par adhésion aux parois du moulin ; on repasse autant de fois qu'il est nécessaire pour obtenir la finesse voulue. On fait d'abord le dosage de l'humidité sur 5 grammes de matière, par dessication pendant trois heures à une température



Fig. 2. — Appareil Soxhlet pour le dosage de l'huile dans les graines.

ne dépassant pas 95 à 100° ; l'échantillon séché sert ensuite à l'extraction de l'huile. La dessiccation de graines à huile siccative doit être faite avec précaution, car, comme nous l'avons vu plus haut, les huiles siccatives non seulement absorbent de l'oxygène, mais subissent une transformation chimique qui les rend

insolubles dans l'éther. L'expérience montre qu'en maintenant la température dans les limites indiquées on obtient des résultats exacts.

Parmi les nombreux appareils préconisés pour l'extraction de l'huile, celui de Soxhlet est un des plus recommandables. Le dissolvant employé est l'éther du commerce préalablement épuré.

L'appareil Soxhlet se compose (fig. 2) d'un cylindre extracteur A, du flacon taré B et du réfrigérant C. Le cylindre extracteur est fermé à sa partie inférieure et fixé hermétiquement sur sur le vase B au moyen d'un bouchon de liège traité à plusieurs reprises dans l'éther bouillant. Dans ce vase on verse 75 centimètres cubes d'éther, tandis que la matière oléagineuse est introduite dans le cylindre dans un cornet en papier à filtrer spécialement préparé dans ce but, car le papier ordinaire contient des substances extractibles par l'éther.

On effectue l'opération comme suit : on porte le vase B dans un bain-marie dont on maintient la température aussi exactement que possible à 60°. Les vapeurs d'éther s'élèvent dans le réfrigérant à double paroi C dont l'intérieur est en communication par *c* avec la conduite d'eau, tandis que l'eau chaude sort par *d*. L'éther se condense, descend dans le cylindre d'extraction et pénètre la matière contenue dans le cornet de papier. Lorsque l'éther y est arrivé en quantité suffisante pour atteindre la courbe supérieure du coude *b*, celui-ci aspire la solution grasse d'éther et la conduit dans le vase B. Dans cette phase de l'opération, on a un départ de solution grasse à chaque minute. Malgré cela, pour épuiser complètement la matière, il faut continuer l'opération pendant environ trois heures. Pour obtenir une solution claire, on a garni le fond du cornet d'un peu d'ouate dégraissée avant d'y introduire la matière : on a mis également un petit tampon d'ouate au-dessus de la graine dans la partie supérieure. Il est indispensable, pour obtenir un bon épuisement, que l'éther recouvre entièrement la matière à ex-

traire. Pour cela, le cornet ne doit pas dépasser le niveau de la courbe supérieure du tube *b*.

L'extraction étant terminée, on retire le vase B, on fait évaporer l'éther et on pèse l'huile après l'avoir exposée pendant un certain temps à une température de 100°. En employant de la matière bien sèche et de l'éther anhydre, on évite la dessication toujours longue de l'huile.

Il est à remarquer que l'extrait contient tous les corps solubles dans l'éther, tels que la cholestérine, la phytostérine, la chlorophylle, et que ces matières sont pesées comme huile. Mais, comme ils ne représentent, en somme, qu'une fraction très faible par rapport à la matière grasse, on n'en tient pas compte. La chlorophylle se reconnaît à la couleur verdâtre de l'huile. On dose la cholestérine et la phytostérine en saponifiant l'huile, extrayant la solution de savon par l'éther et séparant la cholestérine de ce liquide par cristallisation.

Expériences de M. Cloez. — Ce savant s'est livré à des expériences de fabrication industrielle des huiles ; nous reproduisons ci-dessous les chiffres des résultats obtenus. Les graines ont été analysées avant leur mise en œuvre, les tourteaux au sortir de la presse. On remarquera que la quantité d'huile rendue par une graine soumise au pressoir est toujours moindre que celle qui y est contenue ; la proportion d'huile retenue par les tourteaux est d'autant plus considérable que l'amidon, le ligneux, les matières albuminoïdes, etc., y sont plus abondants.

Voici les résultats des expériences faites sur cinq espèces de graines :

I. — *Colza de Vendée.*

Poids de l'hectolitre : 65 kilogr.

	Par hectol.	Par 100 kg.
	—	—
Rendement en huile............	24,5	37,69
Tourteau......................	39,5	60,69
Perte.........................	1,0	1,62
	65,0	100,00

Composition de la graine et du tourteau :

	Graine	Tourteau
	—	—
Huile........................	44,20	10,20
Matières minérales...........	3,10	5,64
Eau	7,10	13,32
Matières ligneuses et autres....	45,00	70,84
	100,00	100,00

La différence entre la teneur de la graine en huile et le rendement (44,20-37,69), représente la quantité d'huile restée dans les tourteaux et la perte de fabrication.

II. — *Cameline du Nord.*

Poids de l'hectolitre : 66 kilogr. Qualité médiocre.

	Par hectol.	Par 100 kg.
	—	—
Rendement en huile...........	18	27,27
Tourteau......................	47	71,21
Perte.....................	1	1,52
	66	100,00

Composition de la graine et du tourteau :

	Graine	Tourteau
	—	—
Huile.........................	31,64	7,40
Matières minérales............	4,16	10,24
Eau	8,84	11,94
Matières ligneuses et autres....	53,36	70,42
	100,00	100,00

La différence entre la richesse de la graine en huile et le rendement (31,64-27,27), représente l'huile restée dans le tourteau et la perte de fabrication.

III. — *Graine d'œillette du Pas-de-Calais.*

Poids de l'hectolitre : 59 kilogr.

	Par hectol.	Par 100 kg.
	—	—
Rendement en huile............	22	37,29
Tourteau......................	36	61,01
Perte.........................	1	1,70
	59	100,00

La teneur en huile des graines ayant été trouvée être de 44 0/0, la différence entre 44 et 37,29 = 6,83, représente l'huile restée dans le tourteau et la perte.

IV. — *Graine de lin de la Vendée.*

Poids de l'hectolitre : 68 kilogr.

	Par hectol.	Par 100 kg.
	—	—
Rendement en huile............	20,50	30,15
Tourteau......................	47,00	69,12
Perte.........................	0,50	0,73
	68,00	100,00

Composition des graines et du tourteau de lin :

	Graine	Tourteau
	—	—
Huile.........................	37.95	11,30
Matières minérales............	3,90	5,96
Humidité......................	7,94	12,32
Matières ligneuses et autres....	50,31	70,42
	100,00	100.00

V. — *Graine d'arachide décortiquée.*

Poids de l'hectolitre : 62 kilogr. Graine piquée par les insectes.

	Par hectol.	Par 100 kg.
	—	—
Rendement en huile............	23	37,10
Tourteau.......................	30	61,30
Perte..........................	1	1,60
	62	100,00

Composition des graines et du tourteau :

	Graine	Tourteau
	—	—
Huile..........................	44,10	10,60
Matières minérales.............	2,30	0,36
Humidité......................	6,94	10,50
Matières ligneuses.............	46,66	72,54
	100,00	100,00

Toutes les huiles comprises dans le tableau qui suit ont été soumises à l'analyse élémentaire avant leur exposition à l'air ; on a déterminé de cette manière les quantités respectives de carbone, d'hydrogène et d'oxygène que chacune d'elles renferme. On les a analysées de nouveau après leur exposition à l'air, en tenant compte de l'augmentation de poids, puis en rapprochant les résultats des premières analyses et des dernières, on a obtenu des nombres qui représentent les quantités pondérales de carbone et d'hydrogène dégagées de chaque huile pendant son oxydation et la quantité beaucoup plus forte d'oxygène qui a été fixée.

On peut se demander maintenant sous quelle forme le carbone et l'hydrogène se sont éliminés. D'après Cloez et de Saussure, une portion du carbone passe à l'état d'acide carbonique, mais la quantité formée de cet acide est loin de représenter tout le carbone disparu.

De même pour l'hydrogène une partie se dégage à l'état d'eau, mais il s'en élimine aussi sous une autre forme.

Ces faits s'expliquent, suivant Cloez, par la production d'un carbone volatil dont l'odeur irritante se rapproche de celle de l'acroléine : c'est une matière qui colore en brun les feuilles de papier non collé servant à recouvrir les huiles exposées à l'air.

Noms des plantes	Poids de l'hectolitre de graine	Matière grasse en poids pour 100 parties	Matière grasse en volume par hectolitre	Perte en eau à 100 degrés	Cendre pour 100 parties	Densité des matières grasses à 15 degrés	Poids de 10 grammes des huiles après 18 mois d'exposition à l'air	Etat de la matière grasse après l'exposition à l'air
	kil.	gr.	gr.	gr.	gr.		gr.	
Coprah.	57 84	69 300	42 900	5 04	1 36	0 93427	10 280	Non modifié en apparence.
Cardon.	64 80	20 010	14 005	9 02	3 46	0 92585	10 159	Presque sol., surf. ridée.
Bardane	51 64	19 032	10 559	11 12	3 08	0 93075	10 1165	— — ondulée
Madia	45 69	32 100	16 079	8 34	4 16	0 92922	10 699	— — ridée.
Tournesol	44 00	21 810	10 314	9 34	3 20	0 92504	10 689	— — —
Kam-till.	66 80	35 100	25 414	7 94	3 84	0 92261	10 133	— — unie.
Douce-amère.	48 15	23 86	12 524	7 44	2 82	0 92855	10 8025	— — très ridée
Stramoine.	58 475	25 00	15 940	8 56	2 92	0 92284	10 698	Solide, surf. unie.
Paulonie.	6 70	21 98	1 592	10 18	3 15	0 92504	10 8117	Très épaissie, surf. ondulée
Sésame blanc de l'Inde.	62 20	53 95	36 311	5 24	5 68	0 92415	10 483	Epaissie, — unie.
Olives	67 10	39 45	28 883	29 20	1 79	0 91647	10 312	Liquide, à peine épaissie.
Houx.	59 80	25 905	16 196	7 62	1 96	0 92218	10 802	Très épaissie, surf. unie.
Cotonnier	63 00	23 673	15 931	9 30	3 76	0 93625	10 397	Liquide, à peine épaissie.
Epurge.	56 82	43 75	26 842	7 34	2 16	0 92613	10 438	— —
Bancoul (décortiquée).	46 873	62 12	31 166	5 14	3 18	0 93427	10 142	Solide, surface ridée.
Ricin.	56 10	68 81	40 073	3 76	2 56	0 96329	10 268	Liquide, à peine épaissie.
Croton	48 13	37 03	19 142	6 48	2 12	0 94263	10 476	Très épaissie, surf. unie.
Lin.	69 62	37 95	28 253	7 84	3 90	0 93515	10 703	Solide, surf. très ridée.
Pistache.	62 60	5 40	35 034	8 10	2 60	0 91844	10 505	Liquide, peu épaissie.
Marron d'inde.	57 40	5 215	3 213	16 65	1 155	0 92319	10 542	— épaissie.
Fusain.	57 60	44 80	26 961	7 14	3 06	0 95717	10 391	— peu épaissie.
Thlaspi.	63 14	18 45	11 619	12 76	5 50	0 92306	10 812	Solide, surf. unie.
Cameline	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Cresson alénois	75 39	23 975	19 507	10 40	4 [illegible]	0 [illegible]	10 [illegible]	
Colza de printemps	62 25	39 50	26 997	8 84	3 30	0 9108	10 566	Liquide, épaissie.
— de saison	68 80	43 425	32 110	7 64	3 56	0 91170	10 5 7	— —
Chou cavalier	69 87	39 25	29 721	9 08	3 60	0 92271	10 536	— —
Rutabaga	66 60	29 10	28 428	8 34	2 68	0 91602	10 542	— —
Navette d'hiver	66 79	40 975	29 891	8 70	3 36	0 91555	10 537	— —
— d'été	69 93	40 625	30 986	8 72	3 32	0 91648	10 539	— —
Navet turneps	70 10	31 60	29 094	9 10	3 80	0 91759	10 542	— —
Moutarde champêtre	72 55	25 10	20 244	7 74	4 36	0 92102	10 524	— —
— noire	72 60	31 925	24 82	8 24	4 90	0 93383	10 572	— —
— blanche	75 425	31 275	25 592	8 42	3 30	0 92174	10 527	— —
Radis oléifère	68 60	36 13	26 579	8 40	4 16	0 93251	10 537	— —
Glaucié jaune	65 »	37 75	26 842	6 84	8 40	0 92416	10 773	Solide, surf. très ridée.
— rouge	65 84	27 083	19 268	7 24	11 16	0 92547	10 697	— —
Œillette	60 80	42 30	27 743	7 40	6 48	0 92702	10 705	Solide, surface très ridée.
Chénevis	56	31 50	18 952	8 80	4 70	0 93075	10 778	— —
Courge	38 70	39 225	16 236	6 44	3 96	0 93493	10 740	Presque solide, surf. unie.
Onagre	40 05	21 83	9 473	10 68	4 52	0 92987	10 682	— — ridée.
Amandes douces	58 92	55 69	35 88	5 64	2 85	0 91844	10 459	Liquide, peu épaissie.
— d'abricots	57 50	43 63	36 662	7 28	2 46	0 91932	10 547	— —
Arachides décortiquées	61 15	50 50	34 184	5 26	1 62	0 91822	10 426	— —
Noix sans coques	44 166	64 325	30 588	4 68	2 00	0 92878	10 747	Solide, surface très ridée
Farines décortiquées	63 45	43 52	30 051	9 14	3 30	0 91888	10 621	Très épaissie, surf. unie.
Noisettes des bois sans coque	54 45	60 35	28 375	6 64	2 16	0 91987	10 434	Liquide, peu épaissie.
Epicea	55 00	32 40	19 056	9 12	3 90	0 93515	10 785	Solide, surface très ridée.
Pin pignon sans coque	54 80	44 736	26 308	7 88	4 10	0 91963	10 825	Très épaissie, surf. unie.

CHAPITRE III

Extraction de l'huile par pression

BROYAGE DES GRAINES

La fabrication de toutes les huiles de graines est basée sur les deux opérations suivantes : le broyage des graines et l'extraction de l'huile par l'expression.

Les graines oléagineuses sont renfermées dans une enveloppe corticale dure et tenace, destinée à protéger l'huile contre l'action de l'air et des autres agents atmosphériques. L'huile est, en outre, emprisonnée dans des cellules spéciales qui l'empêchent de se répandre au dehors. Le broyage des graines a donc pour but de rompre l'enveloppe extérieure et de déchirer les cellules renfermant l'huile.

On emploie plusieurs genres d'appareils pour écraser les graines. Dans le Nord, on employait autrefois des pilons de brocard actionnés par des moulins à vent ; ce procédé, simple et économique pour les petites huileries, a disparu à peu près complètement. Dans les huileries modernes, le broyage s'effectue dans deux appareils différents dont l'un complète le travail de l'autre. Le premier concasse la graine pour l'empêcher de glisser sous les meules en pierre ; celles-ci complètent le broyage.

La machine la plus employée pour concasser la graine se compose de deux cylindres creux en fonte marchant en sens contraire avec une vitesse égale et conservant entre eux une distance que l'on peut faire varier à volonté. L'un des deux

cylindres reçoit son mouvement d'un moteur et le transmet à l'autre au moyen d'un engrenage. Une trémie en bois, dans laquelle on élève les graines, alimente uniformément les cylindres au moyen d'un petit cylindre cannelé dont on fixe à volonté la vitesse au moyen d'une poulie à plusieurs gorges.

Dans cet appareil, les graines sont à la fois déchirées et écrasées; une râclette les détache des cylindres d'où elles tom-

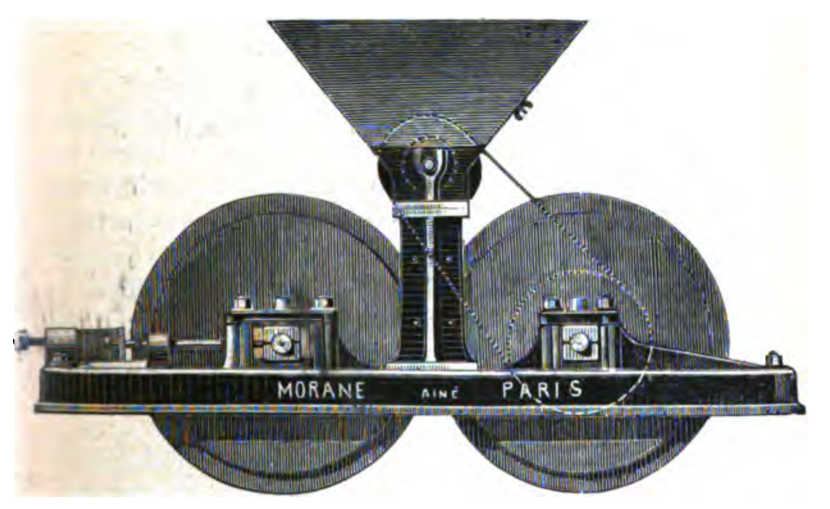


Fig. 3. — Broyeur à graines.

bent dans un récipient placé au-dessous. Mais, ces appareils ont l'inconvénient d'échauffer les graines, ce qui oblige à les hydrater ; la quantité d'eau à y ajouter est cependant plus faible que dans les anciens procédés de broyage à la main au moyen d'un outil.

D'ailleurs, on est même obligé d'ajouter un peu d'eau dans les meules verticales dont il sera question plus loin.

La figure 3 représente un appareil de ce genre. Il se compose de deux cylindres en fonte tournant en sens contraire ; ils peuvent être rapprochés plus ou moins, suivant les besoins, au moyens d'une vis agissant sur les coussinets de l'un deux

formant glissières. En outre, pour éviter tout accident ou rupture par suite de l'interposition d'un corps dur qui peut se trouver mélangé aux graines, les cylindres sont munis d'un ressort qui leur permet de s'écarter davantage.

Les appareils de ce genre sont généralement loin de répondre aux exigences de la pratique. Si l'on veut rendre très énergique la pression de leurs cylindres, ceux-ci s'échauffent rapidement et communiquent une température élevée à la graine laminée ; or, il est reconnu que l'échauffement des graines altère le goût de l'huile qui en découle, ce qui constitue un grave inconvénient lorsqu'il s'agit de la fabrication des huiles pour l'alimentation. En outre, l'engrain établi par le cylindre cannelé est, en général, très irrégulier : les cannelures fines de ce cylindre s'encombrent si on travaille des graines fines comme celles de sésame, de pavot, de colza, etc., ou elles agissent très mal par entraînement si l'on travaille des grosses graines comme les arachides décortiquées, le coton, etc.

MM. Laurent frères et Collot, à Dijon, ont cherché à supprimer ces inconvénients en créant leur *laminoir à grand travail*, qui est fort bien compris.

Le bâti de la machine (fig. 4) est entièremont métallique et renferme les cylindres ; il est garni à l'intérieur d'un blindage en zinc dont les parois sont plus faciles à nettoyer que celles de fer, surtout lorsqu'il s'agit de changer de graines à mettre en œuvre.

Cet appareil comporte deux grands cylindres en fonte trempée, de 1 m. 10 de long et 0 m. 45 de diamètre. Les axes de ces cylindres sont en acier et roulent dans des pâliers graisseurs dont les coussinets en bronze sont à rattrapage de jeu en cas d'usure. Chacun des cylindres porte une poulie de commande à ses deux extrémités ; il faut donc quatre courroies pour actionner l'appareil. En retour, on a une marche silencieuse et exempte de trépidation.

Le cylindre mobile est pressé sur le cylindre fixe, d'abord par son propre poids qui est de 1.000 kilogrammes, ensuite par

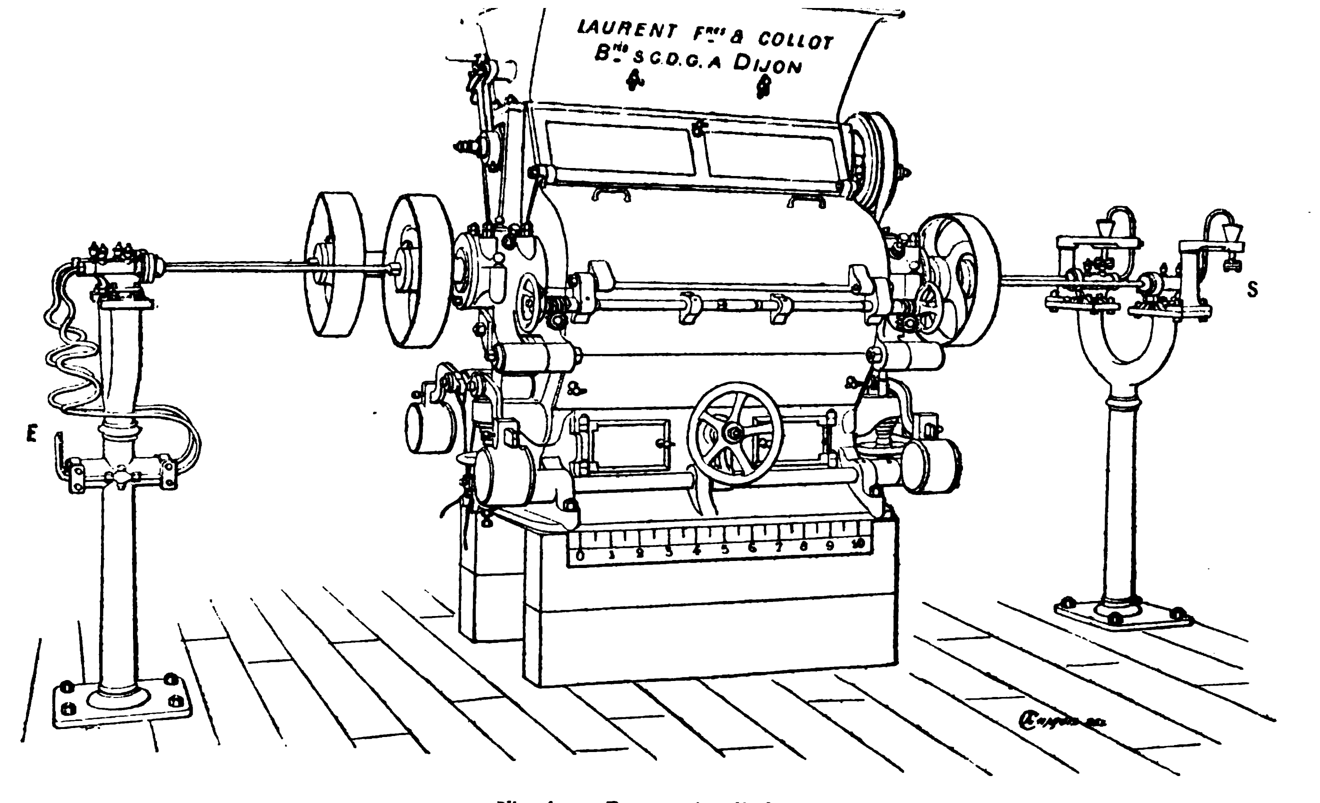


Fig. 4. — Broyeur à cylindres
de la maison Laurent et Collot à Dijon.

la tension de deux puissants ressorts qui donnent ensemble un effort de 2.000 kilogrammes, soit une pression totale de 3.000 kilogrammes des deux cylindres l'un sur l'autre. Malgré cette pression élevée, le cylindre mobile conserve une grande élasticité qui lui permet de se soulever instantanément si un corps dur vient à pénétrer dans l'appareil.

Un courant d'eau circule à l'intérieur des cylindres pendant leur marche, ce qui a pour effet d'empêcher tout échauffement des graines pendant le laminage.

Des raclettes en acier dur agissent sur les tables des cylindres pour les maintenir constamment dans une grande netteté pendant le travail ; elles sont à rattrapage d'usure et actionnées par des leviers à contrepoids à pression réglable.

Un engreneur spécial répartit incessamment la graine en une nappe uniforme sur la longueur des cylindres, de quelque façon que cette graine arrive dans la trémie. Son débit est réglé par la manœuvre, au moyen de leviers, d'une conche métallique dans laquelle il tourne.

Le cylindre mobile est réglé à l'aide des deux petits volants placés devant la machine ; quand il est en parallélisme parfait avec le cylindre fixe, il suffit, pour régler l'intensité de contact des deux cylindres, de manœuvrer un seul des volants.

Enfin, pour débrayer la machine, tout en laissant tourner les cylindres, on n'a qu'à actionner d'une part une petite manette pour arrêter l'engrain, de l'autre le volant central du bas qui fait écarter le cylindre mobile du cylindre fixe et soulève en même temps les raclettes. A ce moment, on ferme le robinet d'eau de circulation.

La figure 4 donne une vue d'ensemble de l'appareil avec ses deux colonnes extérieures portant les injecteurs et éjecteurs d'eau de circulation. L'eau arrive d'un réservoir en charge ou de la conduite sous pression de la ville par les tuyaux E, munis de robinets de réglage et, après avoir circulé dans l'appareil, sort par les tuyaux S en tombant dans des entonnoirs reliés à une conduite de décharge. Quand l'eau arrive dans ces enton-

noirs, on peut, à chaque instant, se rendre compte de sa température et la maintenir dans les limites voulues pour éviter l'échauffement des cylindres.

Cet appareil peut traiter 1.000 à 1.200 kilogrammes de graines à l'heure, avec une force d'environ 12 chevaux ; les poulies de commande ont 0 m.50 de diamètre et 0 m.10 de large ; elles tournent à une vitesse de 300 à 350 tours par minute.

BROYEURS A MEULES VERTICALES

Les graines étant suffisamment déchirées et broyées au laminoir, subissent un nouveau broyage beaucoup plus complet au moulin à meules verticales. Ce moulin se compose (fig. 5) de deux meules en granit et d'une meule gisante, également en granit et prolongée par un entourage horizontal en fonte ou en tôle, sur laquelle roulent les deux premières. Les meules roulantes sont traversées par un arbre horizontal fixe, autour duquel elles tournent au moyen de deux moyeux en fonte fixés sur elles Cet arbre traverse une chambre ménagée dans l'arbre vertical qui reçoit le mouvement de la transmission au moyen d'un engrenage. Les meules sont ainsi entraînées autour de l'arbre vertical dans un mouvement de rotation. Comme elles sont cylindriques, elles subissent un glissement sur elles-mêmes en tournant ; elles accomplissent donc aussi un mouvement de torsion qui est très favorable au parfait déchirement des graines. C'est de là sans doute que leur vient la dénomination de *tordoirs*.

Les meules peuvent monter ou descendre, suivant l'épaisseur de la couche de matières à écraser.

Elles sont d'ailleurs munies d'un système de racloirs-ramasseurs dont deux au centre et deux à l'extérieur, destinés à ramener, après le passage d'une meule, les matières sur lesquelles va repasser la meule suivante.

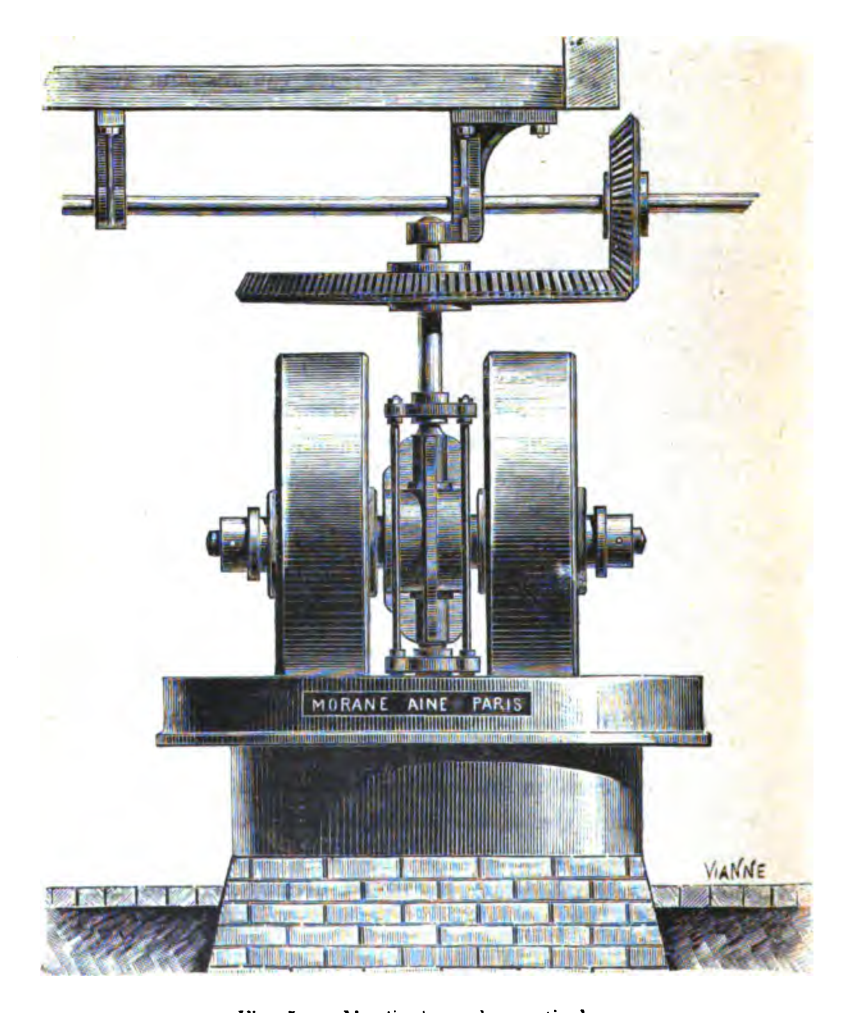


Fig. 5. — Moulin à meules verticales.

Lorsque la graine est suffisamment broyée, elle forme une pâte dont l'huile est la partie liquide. On soulève alors, à l'aide des tringles verticales, les ramasseurs dont nous avons parlé, et on abaisse un autre racloir qui ramène toute la matière sur

le bord de la cuvette, dans laquelle est ménagée une ouverture pour la décharge de la matière. On reçoit celle-ci dans des chariots qui la transportent aux chauffoirs, si les huiles sont des-

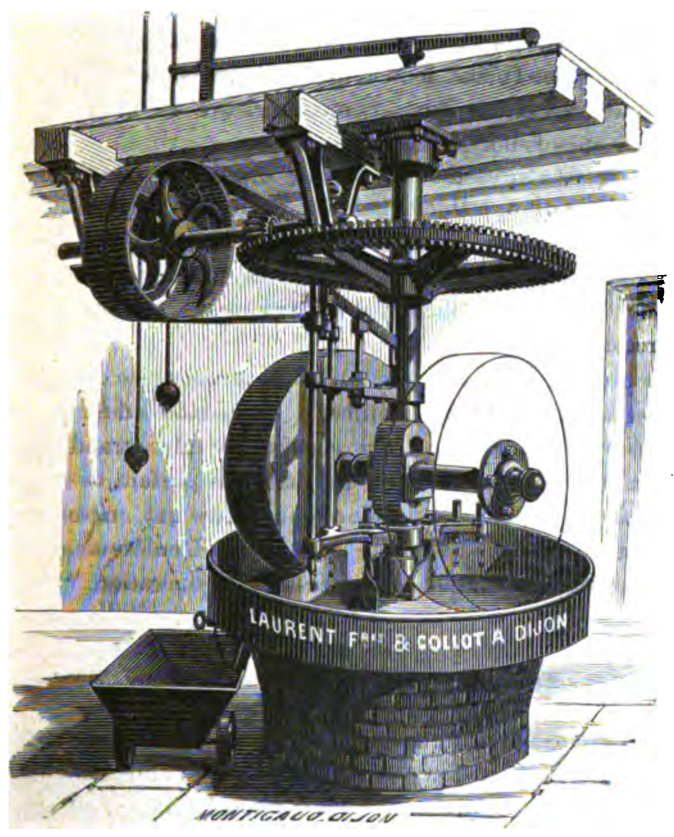


Fig. 6. — Broyeur à meules de la maison Laurent et Collot à Dijon.

tinées à l'industrie. Lorsque, au contraire, les huiles sont destinées à l'alimentation humaine, l'extraction doit se faire à froid. Dans ce cas, la matière pâteuse est chargée directement dans les scourtins et mise ainsi sous la presse comme nous le verrons plus loin.

Quoi qu'il en soit, la graine s'échauffe considérablement pendant le travail des meules ; cet échauffement nuit d'une part au parfait broyage des matières et, d'autre part, il est de nature à détériorer les huiles, surtout les huiles comestibles. C'est pourquoi on ajoute de l'eau pendant le broyage. Cette addition d'eau empêche l'échauffement de devenir nuisible et contribue, d'ailleurs, à faciliter l'extraction ultérieure de l'huile qu'elle déplace sous l'effort de la pression.

La fig. 6, représente une meule construite par la maison Laurent et Collot, à Dijon. Le mécanisme est d'un type différent selon que la meule est actionnée par un cheval ou par une transmission. Les parties essentielles de cette machine sont les mêmes que dans la machine décrite ci-dessus, et nous ne nous y arrêtons pas.

Le broyeur à meules pour olives se compose de deux meules verticales en granit montées à des distances différentes de l'arbre vertical, de manière à occuper un plus grand espace sur la table et à produire un broyage plus parfait. Ce broyeur est également actionné par une roue dentée qui engrène avec un pignon monté sur l'arbre du moteur. L'enlèvement de la pâte se fait automatiquement après chaque opération.

CHAUFFAGE DE LA MATIÈRE BROYÉE. — CHAUFFOIRS.

La matière finement broyée est soumise immédiatement à une pression énergique pour l'extraction de l'huile chaque fois que celle-ci est destinée à l'alimentation humaine ; on obtient alors une *huile vierge* d'un goût agréable et plus propre à l'apprêt des aliments ; mais le rendement est moindre et le travail plus long. Les huiles comestibles sont généralement extraites à froid.

On obtient des résultats différents si, avant de mettre la matière pâteuse sous presse, on la chauffe préalablement dans des appareils appelés *chauffoirs*. La chose est facile à com-

prendre : les huiles contenues dans les cellules des plantes se trouvent mélangées soit avec de l'albumine, soit avec de la légumine qui, en s'écoulant à froid, fournissent un liquide visqueux, difficile à épurer et à clarifier.

Le chauffage des matières a pour effet de supprimer ces inconvénients : il coagule l'albumine et les matières mucilagineuses, l'huile devient alors plus fluide et s'écoule plus facilement.

Mais, le chauffage présente aussi des inconvénients. L'huile chaude absorbe facilement les matières colorantes et de mauvaise odeur ; elle contracte une coloration plus foncée que les huiles obtenues à froid, mais il n'y a aucun inconvénient à cela lorsqu'elle est destinée à l'éclairage ou à la fabrication des savons.

Les appareils employés pour le chauffage des graines sont chauffés à feu nu ou par la vapeur. Le chauffage à feu nu n'est plus guère employé ; il expose d'ailleurs à brûler la matière, quoiqu'il soit muni d'un agitateur qui permette de renouveler sans cesse les surfaces et de répartir la chaleur dans toute la masse. Le chauffage par la vapeur supprime ces inconvénients; c'est actuellement le système le plus employé.

Chauffoir à feu nu. — Sur un fourneau en briques est posée une plaque en fonte sous laquelle se trouve le foyer avec son cendrier. Sur cette plaque on pose une marmite en fonte ou en cuivre munie de deux anses, dans laquelle on verse la quantité de graines nécessaire pour remplir deux sacs ou deux toiles. Pour empêcher la matière de s'attacher, on a disposé dans la marmite un agitateur qui reçoit le mouvement au moyen de deux roues dentées. Lorsque le chauffage est terminé, on soulève l'agitateur, on retire la marmite et on la glisse avec son contenu vers l'ouverture d'un entonnoir muni de deux crochets auxquels on a suspendu un sac ; cette ouverture est pratiquée dans la plaque même qui recouvre le fourneau et qu'elle dépassse de la largeur nécessaire à cet effet. On installe souvent deux ou plusieurs entonnoirs de ce genre ; on donne

alors à la marmite des dimensions en rapport. Une marmite d'une contenance de 6 sacs a 720 mm. de diamètre et 180 mm. de profondeur.



Fig. 7. — Chauffoir à vapeur.

Chauffoirs à vapeur. — Comme nous l'avons fait observer, les chauffoirs à vapeur sont à peu près les seuls employés. Ce sont des cylindres en tôle ouverts ou fermés par un couvercle, munis de double fond et parfois de double enveloppe. Dans le double fond on introduit la vapeur, tandis que la graine broyée est mise sans cesse en mouvement par un agitateur ; finalement

elle est évacuée par une porte latérale fermée par un registre (fig. 7).

Le chauffoir à vapeur repose habituellement sur des pieds de

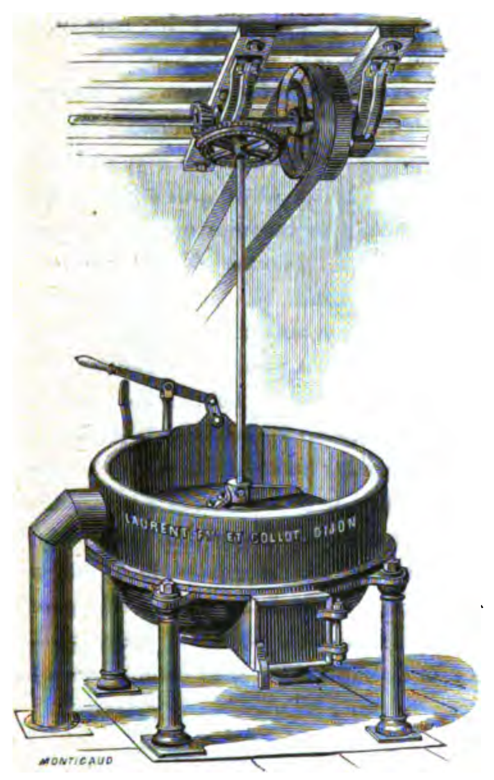


Fig. 8. — Chauffoir à vapeur Laurent et Collot.

fonte, ou mieux sur un support creux en fer. Cette dernière disposition permet d'éviter la trop forte déperdition de chaleur par rayonnement.

Pour le chauffage on emploie de la vapeur dont la tension peut varier de 2 à 6 atmosphères ; on fait en sorte que la température de la matière atteigne 80°C, sans la dépasser, car l'huile fortement chauffée est très exposée à rancir. Un ouvrier

exercé juge de la température de la pâte par simple contact ; ce contrôle est rapide, mais il peut donner lieu à des méprises. Le mieux est de se servir d'un thermomètre.

Les dimensions de l'appareil varient suivant l'importance de l'huilerie ; le plus souvent cependant elles sont de 700 à 800 mm. de diamètre et de 150 à 300 mm. de haut.

Les chaufloirs avec couvercle présentent l'avantage de mieux conserver la chaleur et d'éviter l'évaporation de l'eau.

La figure 8 représente un chauffoir construit par MM. Laurent frères et Collot à Dijon. Cet appareil est à double enveloppe en fonte, ce qui permet de lui imprimer une grande régularité et uniformité. Sa forme, absolument rationnelle, favorise les effets de la dilatation. Enfin, la convexité du fond permet à la matière de sortir presque automatiquement, chassée par l'agitateur lorsqu'on a ouvert la vanne de vidange.

L'épaisseur de la graine dans les chauffoirs doit être d'environ 50 cm. ; de sorte qu'un appareil de 1000 mm. de diamètre peut recevoir environ 30 litres de graines. — Les agitateurs tournent à une vitesse de 30 à 36 tours à la minute ; deux agitateurs exigent dans ces conditions une force de 0,15 à 0,20 cheval. Pour chauffer 1 kg. de graines deux fois par heure, il faut une surface de chauffe de 82 cm. Si la vapeur a une température de 110°C, il faudra pour le chauffage de première pression 0 kg.25 de vapeur, et pour celui de deuxième pression 0 kg. 18 de vapeur par kilogramme de graines.

Pressage des graines. — Les Presses

Après le broyeur, l'appareil le plus important d'une huilerie est sans contredit la presse, ce qui explique les efforts qui ont été faits pour perfectionner cet appareil en vue de l'extraction de l'huile.

Nous ne nous arrêterons pas aux anciennes presses qui ont

disparu depuis longtemps des huileries ; nous nous bornerons à donner une courte description des presses à vis et de la presse hydraulique, ces machines étant à peu près les seules d'un usage courant.

Presse à vis et à levier simple. — La presse à vis et à levier simple se compose (fig. 9) du sommier inférieur A, du

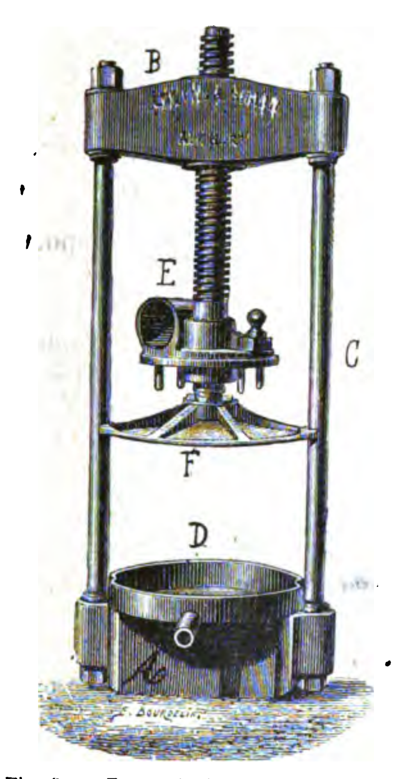


Fig. 9. — Presse à vis et à levier simple.

sommier supérieur B et de deux colonnes C reliant les deux sommiers entre eux. Sur le sommier inférieur A est fixé un plateau à rebord D sur lequel on place les scourtins et qui porte une rigole pour l'écoulement de l'huile.

Dans le centre du sommier supérieur est percé un trou taraudé dans lequel s'engage une tige filetée E munie à sa partie inférieure d'un plateau en fonte F, guidé sur les colonnes par des encoches. Au-dessus de ce plateau, et faisant corps avec la tige filetée, se trouve un petit disque portant quatre manettes ; sur ce disque s'en trouve un autre muni d'une douille pour le levier de manœuvre et un cliquet engrenant avec un pignon taillé sur une partie renforcée de la tige filetée.

Le mouvement de descente du plateau presseur s'opère donc par le simple mouvement de va-et-vient du levier sur la tige filetée. Quand la pression voulue est atteinte, on fait remonter le plateau supérieur en enlevant le levier de la douille et en se servant du plateau à manettes.

On construit également des presses à levier à action double. Ces presses sont surtout employées dans les petites huileries pour l'extraction de l'huile d'olive.

Presse articulée à manivelle et cliquet, de Morane. — Cette presse se compose essentiellement d'une vis horizontale munie de deux écrous sur lesquels sont fixés 4 bras à l'aide d'axes ; deux de ces bras sont fixés au sommier de la presse par leur extrémité opposée, les deux autres sont fixés au plateau presseur. Ces presses doivent être manœuvrées par un seul homme. La pression se fait au début à l'aide d'un volant manivelle et s'achève de suite à l'aide d'un levier à cliquet. On peut manœuvrer ce levier aussi lentement qu'on veut.

Le principe sur lequel sont établies ces presses est le suivant. L'effort déployé par l'homme est constant ; la pression rapide et faible au début, est lente et forte à la fin.

On peut opérer la pression soit en plaçant la graine dans des seaux percés de trous et enveloppée dans une toile, soit dans des scourtins qu'on place entre des plaques. Lorsqu'on emploie la presse à seaux, on dispose néanmoins la graine par couches successives, séparées par des plaques pour favoriser l'écoulement de l'huile. L'emploi des scourtins est cependant préférable, l'huile ayant plus de facilité pour s'écouler,

La presse articulée, quoiqu'elle ne jouisse plus de la même vogue qu'autrefois, constitue néanmoins un excellent appareil pour les petites exploitations.

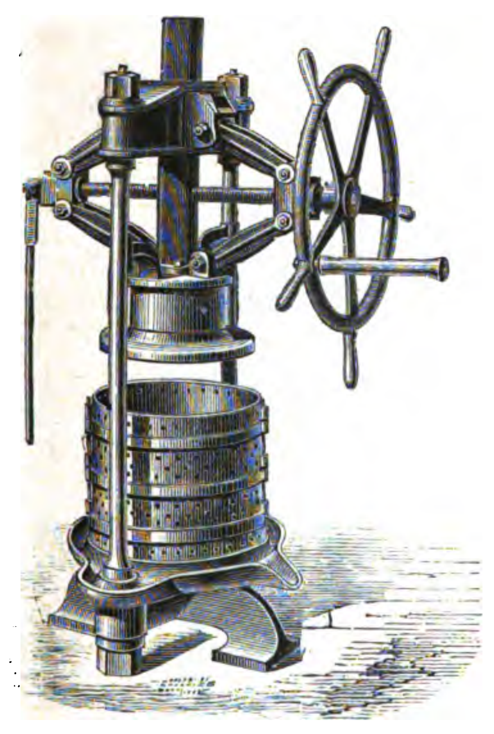


Fig. 10. — Presse articulée à manivelle et cliquet.

LA PRESSE HYDRAULIQUE

La presse hydraulique constitue un des perfectionnements les plus importants apportés à l'outillage pour l'extraction des huiles. Son invention, qui date de 1795, est due à Joseph Bramah, qui a d'ailleurs à son actif plusieurs autres inventions célèbres. Aucun autre système de pression ne réunit aussi

complètement les conditions que doit réaliser une bonne presse à huile.

Voici, à titre de document la description du brevet de Bramah d'après le *Repertory of Arts and Manufactures* (Londres, 1797).

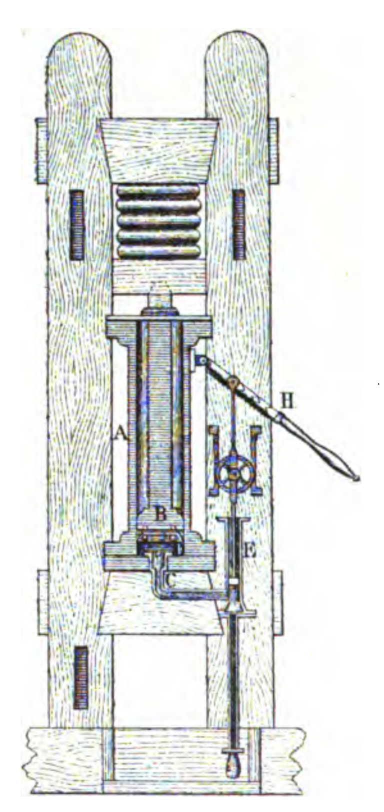


Fig. 11. — Presse hydraulique de Bramah.

« Brevet délivré à l'ingénieur Joseph Bramah, de Piccadilly, comté de Midlessex, pour une nouvelle méthode de production et d'emploi d'un degré de force plus élevé que celle obtenue jusqu'ici avec n'importe quel appareil, pour toutes sortes d'appareils mécaniques et autres machines de transmission de la force. — Le mérite

et les avantages particuliers de mon invention sont basés sur un nouveau mode d'emploi de l'eau ou d'autres liquides pour le travail des différentes machines et les installations mécaniques. Ce moyen permet à certaines machines, dans certains cas, de transporter le mouvement et la force d'une partie de la machine sur n'importe quelle autre partie de la même machine ; enfin, de transporter les propriétés du mouvement et de la force d'une machine à une autre là où les circonstances locales excluent toutes les autres combinaisons connues.....

La figure 11 représente la coupe d'une machine qui, à proprement parler, n'est autre chose que la combinaison de deux pompes de diamètre différend qui agissent l'une sur l'autre.... A est un cylindre en fer ou en tout autre matière, assez fort, parfaitement lisse et foré cylindriquement, dans lequel s'adapte le piston B. Celui-ci doit être rendu bien étanche et garni de cuir ou de toute autre matière employée dans la construction des pompes. Le fond et les autres parties de la surface cylindrique doivent présenter également une force suffisante pour pouvoir résister à la force de pression la plus puissante qui ait jamais été produite.

Dans le fond est fixé l'extrémité du tube C, dont l'ouverture communique avec l'intérieur du cylindre sous le piston B, et est fermé par une petite soupape D analogue à celles dont sont munis les cylindres aspirants des pompes ordinaires. L'autre extrémité du tube C est en communication avec la pompe à compression ou à injection E, au moyen de laquelle on peut injecter de l'eau ou tout autre liquide dans le cylindre A sous le piston B. Si le cylindre A a un diamètre de 12 pouces anglais (30, 48 cm.) et le piston de la petite presse E un diamètre de 1/4 de pouce seulement (0mm635), le rapport des surfaces ou extrémités des deux pistons est de 1 : 2304. Si l'on agit sur le piston de pompe d'injection pour le faire descendre, et injecter de l'eau dans le cylindre A, et avec une force de 20,2304 cwt (1,016,048 kg.) qui peut être déployée facilement au moyen du levier H, le piston B sera dirigé vers le haut avec une force de 20 $\times$ 2304 cwt (2304 tonnes) = 20,709.75 quint. métriques. Ainsi se trouve construite une machine hydrodynamique qui permet d'élever un poids de 2304 tonnes ou moyen d'un simple levier, à la même hauteur et en beaucoup moins de temps qu'avec n'importe quel autre appareil construit d'après les lois connues de la mécanique... La force d'une machine quelconque basée sur ce principe peut être augmentée indéfiniment, soit par l'agrandissement du rapport entre le diamètre de la pompe d'injection et le cylindre A, soit par l'application d'une force plus grande sur le levier H ».

Les autres parties du brevet de Bramah ne présentant pas d'intérêt ici, nous les passerons sous silence.

Forme actuelle de la presse hydraulique. — La construction des presses hydrauliques actuelles ne s'écarte que fort peu

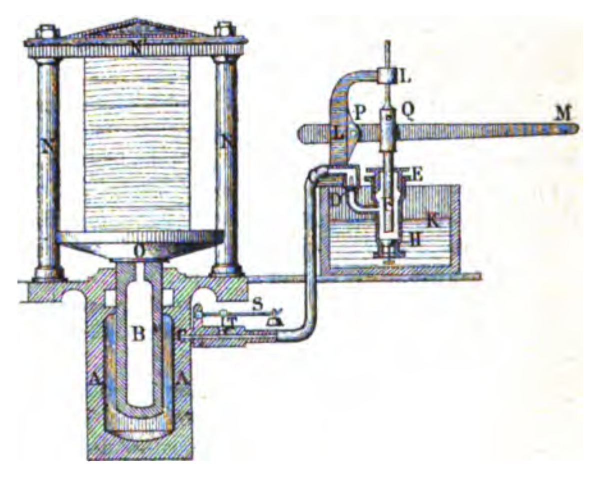


Fig. 12. — Forme actuelle de la presse hydraulique.

de celle donnée par Bramah. On se contente simplement de déplacer la pompe. A est le cylindre en fer de la presse (fig. 12) dans lequel se meut le piston compresseur en fer B. Celui-ci est surmonté du plateau presseur O sur lequel on place les matières qu'on veut soumettre à la pression. N est le sommier supérieur de la presse, relié solidement avec le plateau compresseur A par des colonnes en fonte N N. E est la pompe d'injection, F le cylindre de la pompe qui est actionnée par le levier P Q M. L sert à donner de la fixité au levier et à guider le piston de la pompe. Le cylindre de la pompe E est fixé dans le réservoir d'eau K. Lorsque le piston s'élève, la soupape aspirante H du cylindre s'ouvre, tandis que la soupape D qui se trouve appliquée sur le tube d'injection C se ferme ; l'eau venant de K pénètre dans le cylindre E. Lorsqu'on abaisse le

levier et par suite le cylindre F, la soupape H se ferme et la soupape D s'ouvre ; l'eau passe par le tube C dans l'espace vide du cylindre compresseur A et exerce sa pression sur B. Quand on relève de nouveau le piston F la soupape D se referme, de sorte que la pression produite dans le tuyau de compression sous le piston B est maintenue, vu que le piston, les sommiers inférieur et supérieur de la machine offrent une certaine résistance élastique. Enfin, en S T se trouve une soupape de sûreté sur le tube compresseur. Cette soupape est indispensable, car il est clair qu'en continuant à injecter de l'eau sous B, il arrivera un moment où les matières comprimées entre N et O auront atteint la dernière limite de compressibilité sans qu'on puisse s'en apercevoir. Il est vrai que le fer des parois A et les tuyaux résisteront toujours encore à la pression exercée par l'eau, mais il arriverait un moment où le tuyau ou tout autre partie de la machine viendrait à éclater. La soupape de sûreté a pour but de parer à cette éventualité. Dès que la pression dans le cylindre compresseur atteint une intensité déterminée, la soupape T s'ouvre et laisse passer toute l'eau envoyée en excès par la pompe.

Le contrepoids S est construit de façon qu'il se soulève et fait ouvrir la soupape T dès que la pression dans l'appareil atteint la moitié de la pression théorique admise. En outre de la soupape, on fixe également sur la pompe un manomètre qui constitue un moyen de contrôle supplémentaire pour empêcher de dépasser la pression extrême.

Nous n'entrerons pas dans la théorie de la presse hydraulique, qui est plutôt du domaine de l'art de l'ingénieur ; les explications qui précèdent sont d'ailleurs suffisantes pour se faire une idée de la construction et du fonctionnement de cette machine si importante pour l'huilerie.

Rendement d'une presse hydraulique. — Le rendement d'une presse hydraulique s'explique de la manière suivante : le diamètre de B (= D) est de 260 millimètres ; la course de B = 315 millimètres. La pression exercée par la presse est de

160.000 kilogrammes lorsque la presse est en fonte de fer, et de 400.000 kilogrammes lorsqu'elle est en métal de canon. Chaque coup de piston correspond à une compression de 0 hectol. 27 de graines. La pompe d'injection fait 20 à 40 coups à la minute et exige pour $d = 20$ millimètres une force de 3 chevaux. La durée d'une pression est d'environ 10 minutes (5,5 à 6 minutes pour donner la pression, 2 minutes pour desserrer la presse, 2 minutes pour le chargement et le déchargement) ; le rendement par heure est de 1 hectol. 65 de graines.

Lorsqu'on commence une pression, le plateau compresseur doit, le plus souvent, parcourir un chemin assez long sans rencontrer une grande résistance, car la matière empilée sur le plateau est peu serrée. Le piston n'a donc à vaincre au début que le poids du plateau compresseur, des plateaux intermédiaires et de la matière soumise à la pression. Il serait donc avantageux, au début, de pouvoir effectuer rapidement l'ascension du piston. Mais, bientôt on atteint le point où la presse agit effectivement, c'est-à-dire où la matière soumise à la pression commence à être comprimée et à offrir de la résistance. A ce moment, il ne serait pas avantageux d'accélérer la marche du piston ; au contraire, son ascension très lente favorise l'écoulement de l'huile et la perfection du travail. Pour tenir compte de ces conditions variables pendant la pression, on a essayé de faire agir peu à peu des pompes d'injection à piston de différente section. On commence la pression avec des pompes à piston de gros diamètre ; en supposant que la force dont on dispose soit invariable, il est clair que la force exercée alors sera plus faible qu'avec des pompes à piston de petit diamètre, mais la résistance vaincue est également plus faible. Au fur et à mesure que celle-ci augmente, on augmente également la pression, en faisant agir la force sur des pompes à piston de diamètre toujours plus petit. Par suite aussi, le chemin parcouru par le piston compresseur devient de plus en plus court, ce qui est bien conforme aux conditions mentionnées plus haut.

Toiles et plaques. — Les sacs ou toiles dans lesquels on charge les matières à soumettre à la pression sont en coton, en laine ou en crin, et sont appelés *malfils*, *étreindelles* ou *scourtins*, ces deux dernières dénominations étant réservées aux sacs ou poches faits de crin. Le tissu des sacs doit être assez serré pour ne pas laisser passer la matière solide sous l'effort de la pression, tandis qu'il doit laisser passer l'huile. Il doit en même temps présenter une résistance suffisante pour ne pas se déchirer sous la pression. On emploie, le plus souvent, des toiles sur lesquelles on charge la matière, on replie ensuite les quatre coins vers le milieu et on met sous presse.

On a proposé d'employer des sacs ou scourtins en fibre vulcanisée ; mais il est permis de douter du succès de cette invention, car la fibre vulcanisée est trop cassante pour être appliquée dans le cas qui nous occupe.

Les *plaques* des presses sont en tôle, rondes, carrées ou de forme rectangulaire, lisses ou ondulées pour faciliter l'écoulement de l'huile ; un de leurs côtés se termine parfois par une rigole. Les plaques ondulées présentent des avantages incontestables en ce qu'elles facilitent l'écoulement de l'huile ; mais, elles ont aussi l'inconvénient d'user rapidement les toiles.

Machines à former les tourteaux. — On se contente le plus souvent de renfermer les matières broyées dans des sacs ou des toiles, et de poser celles-ci entre les plateaux de la presse. Mais, dans ce cas, la matière est peu serrée et occupe trop d'emplacement, ce qui oblige à faire en plusieurs opérations ce qu'on pourrait faire en une seule si la matière était plus serrée. En outre, la pression est plus lente, attendu qu'une partie du travail de la presse est employée pour comprimer suffisamment les matières avant l'écoulement de l'huile. On a donc intérêt, dans les installations un peu importantes, d'employer des machines *à former* les tourteaux, c'est-à-dire à comprimer préalablement la pâte dans les toiles ou sacs avant de les soumettre à la pression. La matière ainsi comprimée forme des tourteaux qui sont d'un maniement facile et qu'on

met sous la presse. Ce procédé permet de traiter quatre fois plus de matière en une seule pression, de faire l'économie des étreindelles en crin qui reviennent cher et dont le poids vient inutilement charger la presse.

Dans les fabriques de petite et de moyenne importance on met la matière directement sous la presse à huile, on introduit l'eau à basse pression pour tasser la matière, on fait ensuite redescendre le piston de la presse pour compléter le chargement, puis on introduit l'eau à haute pression pour achever l'opération. Mais, le moyen le plus simple et le plus économique est de se servir d'une presse préparatoire, comme nous le verrons plus loin dans les systèmes anglo-américains.

Différents modèles de presses hydrauliques. — Les presses hydrauliques employées dans les huileries ne diffèrent entre elles que par des modifications de détail et par leurs dimensions qui sont proportionnées suivant l'importance de la fabrication. Elles peuvent être horizontales ou verticales ; cependant, celles de la première catégorie sont peu ou point employées en France.

Les presses hydrauliques sont le plus souvent installées avec un corps de pompe ; dans les petites installations cependant on en trouve aussi portant elles-mêmes le système de pompe destiné à les alimenter ; mais ce genre de machines ne se construit plus que rarement, car il est préférable d'installer une pompe séparément à côté de la presse.

La plupart des matières devant être pressées deux fois, on distingue les presses de *première pression* ou *froissage*, et les presses de *deuxième pression* ou de *rebat*. Cette distinction se résume, en réalité, dans une simple différence de dimensions, car, dans la seconde pression, la presse doit exercer une action plus puissante pour épuiser les matières que dans la première pression.

Nous décrirons ci-dessous les principaux types de presses les plus généralement employées en France : les presses dites



Fig. 13. — Presse hydraulique dite « Marseillaise ».

marseillaises, celles dites du Nord, et enfin les presses anglo-américaines que nous décrirons dans un chapitre spécial.

Presse dite Marseillaise. — La figure 13 représente une presse hydraulique ordinaire de grande puissance pour la pression des graines à froid et à chaud ; elle est dite marseillaise en raison de son emploi général dans les huileries de la région de Marseille. Elle est d'une construction assez simple : elle ne comporte ni seaux, ni coffre. Les graines sont placées dans des

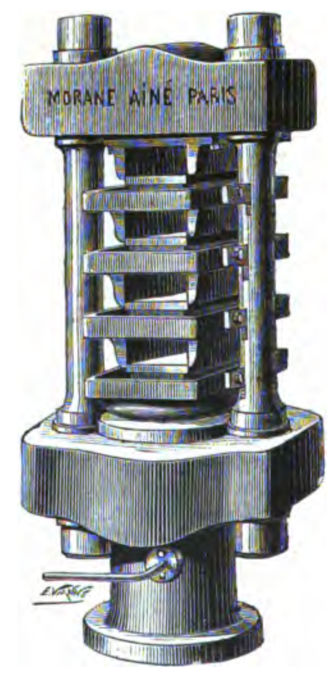


Fig. 14. — Presse à coffres simples, dite presse du Nord.

scourtins et ceux-ci, séparés entre eux par des plaques de tôle, sont placés sur le plateau de la presse. Lorsqu'on fait fonctionner la pompe, le tout suit un mouvement de bas en haut et est pressé contre la plaque supérieure. L'huile s'écoule le

long des plateaux et des scourtins et vient se réunir dans la gouttière qui entoure la plaque inférieure. De là elle passe dans une rigole qui la conduit dans un collecteur.

Ces presses fournissent un bon travail ; mais elles présentent l'inconvénient d'exiger l'emploi de scourtins qu'il faut avoir soin d'entretenir en bon état pour éviter l'entraînement des particules de matière solide. Les presses de ce genre se construisent de différentes grandeurs. Une presse pouvant faire en une fois quatre tourteaux de 3 à 6 kilog. peut travailler 18 à 25 kilog. de graines. Les grandes presses, comme celle représentée par la figure 13, peuvent travailler de 145 à 160 kilog. de graines à l'heure et fournissent des tourteaux de 4 à 7 kilog. Le rendement d'une presse varie d'ailleurs suivant la nature des graines mises en œuvre.

Presse à coffres, dites presses du Nord. — Pour supprimer les inconvénients de la presse que nous venons de signaler, on avait d'abord eu recours à la presse à seaux, mais vu l'élasticité naturelle des graines, il était difficile d'obtenir une pression uniforme dans toutes les parties de la matière. C'est pourquoi on a remplacé le seau par des coffres dans lesquels on charge les graines et qu'on superpose ensuite simplement dans la presse.

La presse représentée figure 14 est à coffres simples ; ceux-ci sont au nombre de cinq. Le cylindre compresseur est relié au sommier supérieur par des colonnes qui servent à guider les coffres pendant la pression et à les tenir suspendus en l'air lorsque la presse hydraulique ne fonctionne pas. Pendant la pression, chaque coffre vient plonger dans le creux du suivant qui contient la matière. Celle-ci est généralement renfermée dans de petits sacs en toile, et chaque sac est placé dans une étreindelle en crin qui facilite le départ de l'huile qui, coulant d'un coffre sur l'autre, arrive finalement au coffre inférieur entouré d'une rigole qui la recueille ; de là elle s'écoule dans le vase collecteur. Lorsque la pression est terminée, on retire les tourteaux des sacs, on les broie au moulin, on les réchauffe au

chauffoir pour les soumettre à une nouvelle pression plus énergique que la première.

Avec cette presse le pressage se fait à froid pour la fabri-

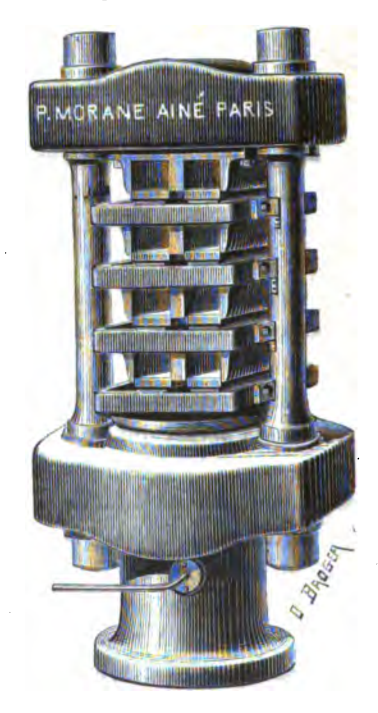


Fig. 15. — Presse à huile à coffre double, dite presse du Nord.

cation de l'huile comestible ; la seconde pression à laquelle on soumet la matière réchauffée fournit une huile qu'on destine aux usages industriels.

La figure 15 représente une presse à coffres doubles. Elle ne se distingue de la précédente qu'en ce qu'elle est plus puissante. Chaque coffre est à deux compartiments dont chacun produit un tourteau.

Presse hydraulique à auge pour huile de noix. — La construction de cette presse présente les particularités suivantes : le cylindre compresseur est relié avec le sommier par

deux colonnes ; en dessous du sommier est fixé un tampon tronconique qui, lorsque la presse monte, pénètre dans l'auge. Celle-ci porte sur ses quatre faces intérieures des cannelures qui aboutissent au bas à une rigole circulaire. Ces quatre faces sont, en outre, recouvertes de tôle perforée pour éviter que le scourtin qu'on vient placer dans l'auge ne vienne obstruer les cannelures, et pour faciliter le passage de l'huile. Celle-ci se



Fig. 16. — Presse hydraulique dite à auge pour huile de noix.

réunit dans la gouttière inférieure pour se rendre de là dans le collecteur.

Pour charger la presse on recule le tampon qui est mobile sur deux coulisses fixées au sommier. La matière est placée dans des scourtins comme cela se fait pour les graines.

Presse hydraulique à filtre, construite par MM. Laurent frères et Collot, à Dijon. — Cet appareil (fig. 17) diffère considérablement des presses que nous venons de décrire. C'est une presse hydraulique munie d'un piston fixe supérieur et d'un plateau inférieur mobile sur lequel vient s'adapter un filtre

cylindrique dans lequel on charge la matière broyée. Pour effectuer une pressée, on ferme le fond mobile du filtre, on verse dans ce dernier la matière oléagineuse, puis on pousse

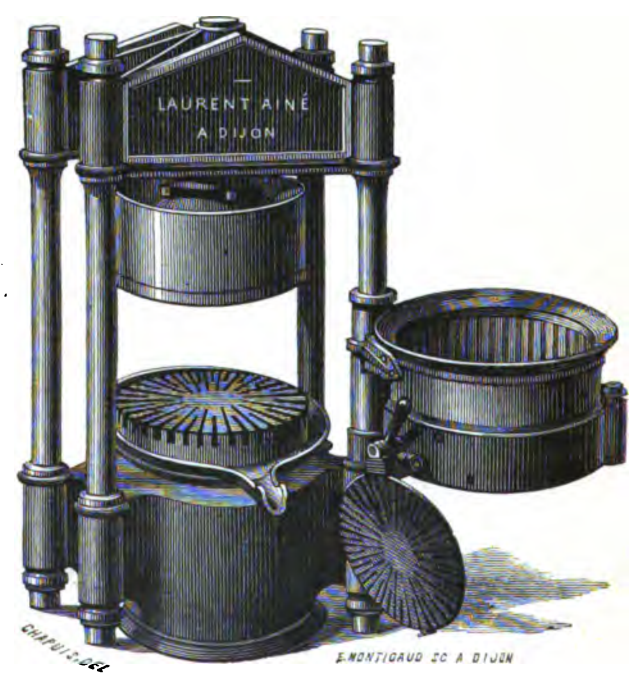


Fig. 17. — Presse hydraulique à filtre

l'appareil sous la presse et on actionne la pompe : l'appareil monte alors avec le plateau et la matière est comprimée entre ce plateau et le piston fixe supérieur. Une fois la pression terminée, le déchargement s'effectue en sens inverse du chargement après la descente du plateau. L'écoulement de l'huile s'opère facilement par une rigole établie au-dessous du filtre, où on la recueille.

Cet appareil permet de supprimer complètement les toiles en crins ou scourtins dans lesquels on renferme la matière et qui, pour les grandes usines, constituent une source de dé-

penses considérables. Il permet, en outre, d'imprimer une grande rapidité au travail et d'économiser sur la main-d'œuvre, tout en fournissant un excellent rendement.

Cette presse fonctionne à la tension de 20 atmosphères, qui n'est généralement employée que pour les secondes pressions. Par suite, le rendement en huile de première pression est plus considérable qu'à l'ordinaire, ce qui diminue d'autant le travail de la seconde pression.

Une opération sur lin ou colza ne dure que 12 minutes, chargement et déchargement compris. Un ouvrier peut facilement conduire deux presses à filtre, desservies par un chauffoir commun dont la capacité est en rapport avec elles ; on arrive ainsi à dix opérations à l'heure, soit 2.500 à 3.500 kilog. de lin ou colza, suivant le numéro de l'appareil.

Il n'est pas sans intérêt de citer quelques exemples de fabrication avec cet appareil.

Colzas. — Dans les usines qui emploient la presse à filtre pour premières pressions et traitant des colzas du pays, on opère comme il suit : on passe les graines nettoyées aux cylindres lisses serrés très fortement, puis on chauffe à 70° environ, on charge le filtre-presse en un seul tourteau ; on obtient ainsi en une seule pression des colzas secs d'une bonne année, un rendement de 30 à 32 p. 100. Durée de l'opération : 12 minutes.

Dans une huilerie possédant des meules puissantes, on traite les colzas au filtre-presse n° 2 en une seule pression, de la manière suivante : les graines, une fois cylindrées, passent aux meules sous lesquelles on affine fortement la pâte, et celle-ci chauffée à 70° ; on obtient ainsi en une seule pression un rendement de 35 p. 100 sur colzas des Indes, et de 39 à 40 p. 100 sur les colzas de Hongrie de très bonne qualité. Durée de l'opération : 15 minutes.

Noix. — Dans les usines du centre de la France, traitant spécialement les noix avec les presses à filtre n° 2, on réduit les amandes en pâte sous les meules, puis on chauffe modérément cette pâte, et on charge l'appareil en un seul tourteau. La charge étant de 45 kg. on obtient, par cette première pression, un rendement de 50 p. 100. Durée de la pression : 20 minutes.

En repassant les tourteaux à la meule et au chauffoir et, en faisant une deuxième pression, on obtiendrait encore 7 à 8 p. 100 d'huile,

soit un rendement total de 57 à 58 p. 100 d'huile en deux pressions.

Arachides déchiquetées (du Sénégal). — Dans les opérations suivantes, les amandes d'arachides broyées sont chargées dans le filtre en quatre parties, séparées par trois sparteries et la charge est ainsi de 33 kilogr. de pâte donnant 4 tourteaux.

Première méthode. — Première pression à froid et deuxième à chaud.

Première pression : amandes réduites au broyeur à meules en pâte granuleuse et pressées directement. Durée de la pression : 20 minutes. Rendement : 17 p. 100.

Deuxième pression : tourteaux de la première pression réduits au broyeur en pâte affinée, puis chauffée à 75°. Durée de la pression : 20 minutes. Rendement : 20 p. 100.

Soit avec la première méthode un rendement total de 37 p. 100.

Deuxième méthode. — Première et deuxième pression à chaud.

Première pression : amandes réduites au broyeur à meules en pâte granuleuse, puis chauffée faiblement à 40°. Durée de la pression : 25 minutes. Rendement : 34 p. 100.

Deuxième pression : tourteaux de la première pression réduits au broyeur en pâte affinée, puis chauffée à 75°. Durée de la pression : 20 minutes. Rendement : 7 p. 100.

Soit avec la deuxième méthode un rendement total de 41 p. 100.

On pourrait craindre que l'huile de la première pression à chaud ne soit pas aussi bonne que si on l'obtenait à froid, mais ce chauffage étant très faible, la qualité de l'huile n'en souffre pas.

Cotons d'Amérique (Savanilla). — Les graines concassées par des cylindres cannelés sont triturées fortement sous les meules, puis la pâte chauffée à 70°. En la traitant à la presse à filtre on obtient en une seule pression un rendement de 19 p. 100. Durée de l'opération : 12 minutes.

Coprah ou coco. — Le filtre est chauffé pour commencer et se maintient chaud ensuite jusqu'à la fin.

Première pression à chaud. — L'amande est passée au concasseur qui la réduit en fragments de la grosseur d'une noisette en 20 minutes. Ce produit passe ensuite au broyeur double qui la réduit en pâte fine en 20 minutes. De là, il est versé par quantité de 35 kilogr. au chauffoir à feu nu surmonté d'une capote à cheminée pour dégager la fumée âcre et porté en huit minutes à la température de 65 à 70°. Cette pâte, chauffée, est soumise au filtre-presse, en la divisant en trois tourteaux, séparés par deux scourtins. Durée de la pression : 15 minutes. Rendement moyen : 45 p. 100.

Deuxième pression à chaud. — Les tourteaux de première pres-

sion sont passés au broyeur à cylindres et le produit chauffé comme précédemment à raison de 30 kilogr. par opération, puis soumis au filtre-presse également en trois tourteaux. Durée de la pression : 15 minutes. Rendement moyen 15 p. 100,

Soit au total un rendement moyen de 60 p. 100 et une production de 60 kilogr. à l'heure par presse.

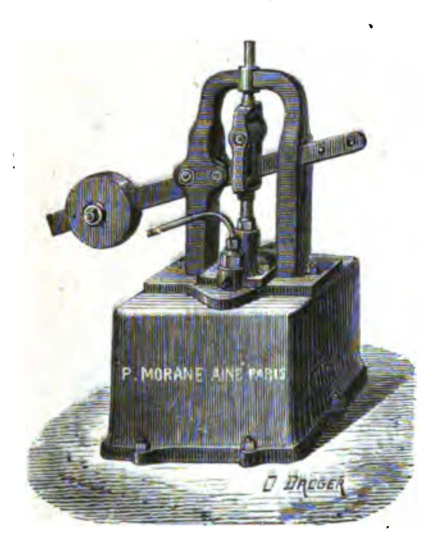


Fig. 18. — Pompe à un piston. Mouvement à main par balancier ou au moteur pour excentrique pouvant alimenter une ou deux presses alternativement. Petites installations.

DES POMPES

Nous terminerons ce chapitre des presses par un petit aperçu des pompes employées pour les actionner.

Dans les petites exploitations, on se sert d'une pompe à balancier qu'on manœuvre à la main (fig. 18). Cette pompe peut également être actionnée par un moteur au moyen d'un excentrique.

Un autre modèle de pompe est celui de la figure 19. Elle est à deux pistons et peut être également actionnée par un moteur. Elle peut alimenter une ou deux presses, suivant leurs dimensions ; elle convient également pour les petites installations.

Enfin, pour les grandes installations, on construit des pom-



Fig. 19. — Buffet de deux pompes verticales marchant à bras ou au moteur pouvant alimenter une ou deux presses hydrauliques. Destiné aux petites installations.

pes puissantes, horizontales ou verticales, à deux ou plusieurs corps.

Le buffet de la pompe est actionné par un arbre coudé qui porte autant de coudes qu'il y a de groupes de deux pompes. Pour chacun de ces groupes on se sert d'un coulisseau parfaitement guidé qui transmet l'effort de l'arbre. Dans chacun des groupes, pendant qu'une pompe aspire l'autre refoule ; dans un groupe de six pompes, par exemple, on s'arrange toujours de

manière qu'il y ait trois pompes qui aspirent et trois qui refoulent; de cette manière l'effort demandé est toujours le même. La poulie fixe qui forme volant a pour but de supprimer les

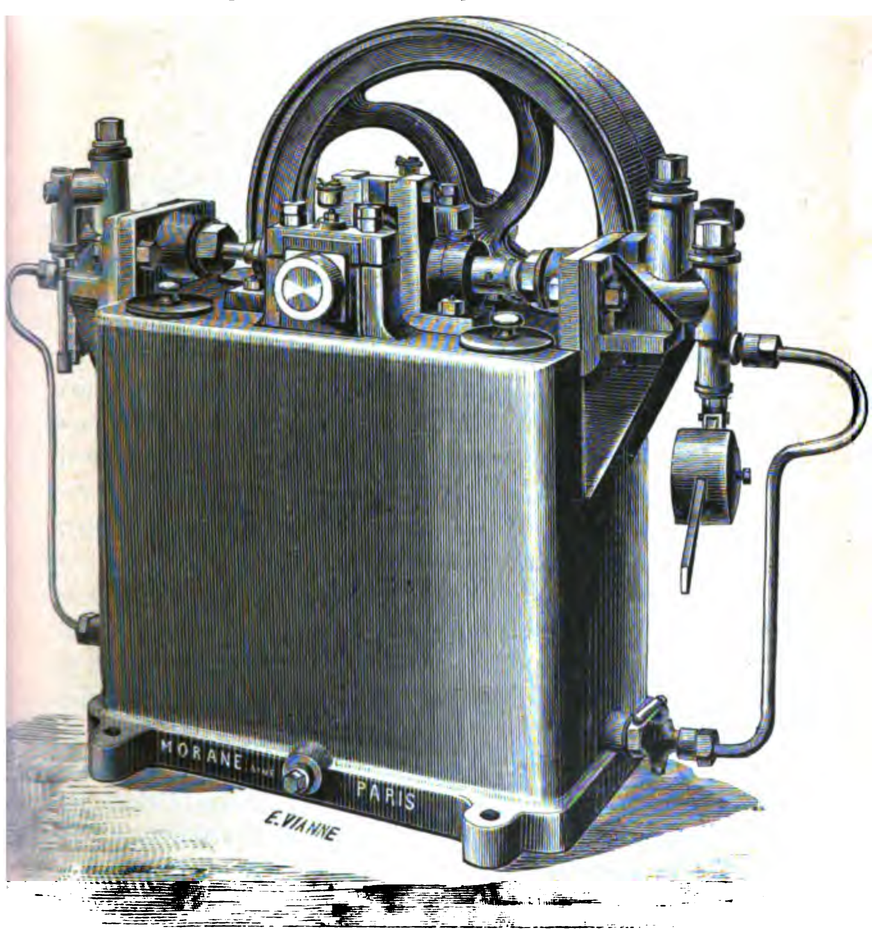


Fig. 20.— Buffet de pompes horizontales à 2 corps; se construit également en batteries.

points morts. Les pompes sont à débrayage automatique lorsqu'on emploie les accumulateurs et les multiplicateurs de pression.

Le bâti même du buffet sert de bâche pour l'eau ; les pompes aspirent cette eau par des robinets placés à la partie inférieure et auxquels elles sont reliées par des tuyaux.

ACCUMULATEURS

Comme nous l'avons fait observer plus haut, les pompes pour presses hydrauliques doivent être aspirantes et foulantes pour aspirer l'eau et la refouler dans les presses.

Il faut se rappeler, en outre, que l'augmentation de pression dans la presse ne suit pas une progression régulière. Au début, la résistance de la matière chargée sur le plateau ou dans les coffres de la presse n'est pas très considérable et n'exige pas une pression très forte. Mais, peu à peu cette résistance s'accroît, et l'effort de la presse doit être en rapport avec elle si l'on veut obtenir un bon rendement. Or, la pression est proportionnelle au diamètre du cylindre compresseur et, en outre, elle augmente avec la longueur du levier de la pompe. Il faut une force motrice uniforme pour actionner la pompe ; par conséquent, il faut faire en sorte que la force employée au début de la compression puisse rester uniforme, en diminuant le chemin que le cylindre doit parcourir à mesure que la pression augmente.

La pompe doit donc répondre aux conditions suivantes : 1° au commencement, la pression n'a pas besoin d'être bien considérable, mais le cylindre compresseur doit pouvoir s'élever assez rapidement ; 2° dans la seconde phase de la pression, celle-ci doit augmenter progressivement, sans pourtant exiger une augmentation de la force motrice, ce qui oblige à diminuer la course du cylindre compresseur par unité de temps ; 3° il faut éviter toute pression excessive pour ne pas faire éclater les appareils.

Les pompes dont nous avons donné la description répondent

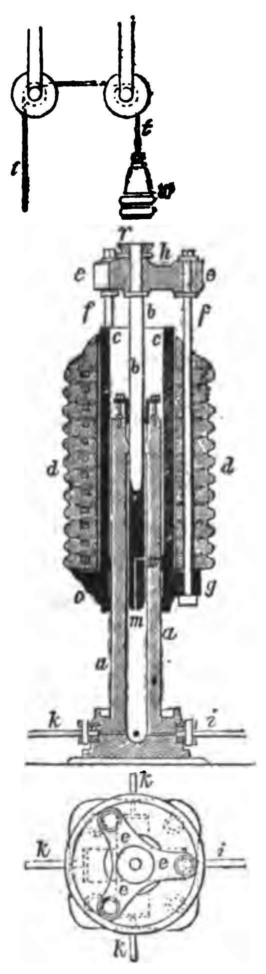


Fig. 21. — Schéma de l'accumulateur.

généralement à ces conditions. Mais, dans les grandes installations, il faut employer des moyens plus puissants, notamment pour maintenir l'uniformité de pression malgré l'augmentation de la résistance et pour donner de la rapidité aux opérations. A cet effet, on emploie *les accumulateurs* de pression. L'ac-

cumulateur, inventé par Armstrong en 1851, se compose d'une lourde masse de fer qui, soulevée par l'eau sous pression, renvoie celle-ci dans le cylindre de la presse hydraulique au fur et à mesure qu'il s'abaisse, suivant les besoins.

La figure 21 représente le schéma d'un accumulateur. *a* est le cylindre d'eau dans lequel celle-ci arrive de la pompe par *i*. L'eau soulève le cylindre *b* hermétiquement clos. A l'extrémité supérieure de ce cylindre est fixé le sommier *f*. De celui-ci partent trois barres cylindriques *f* qui descendent jusqu'à la couronne inférieure *g*. Sur celle-ci repose un cylindre *c* concentrique avec *a*, sur lequel on empile une série de disques en fer *d*. Le poids total de la charge supportée par le cylindre *b* est de 3.300 kilogrammes. La pression exercée d'une manière permanente par cette charge sur 1 cm^2 du piston du cylindre de la presse hydraulique est $\frac{3.300}{33} = 100$ kilogrammes ou en chiffres ronds 97 atmosphères. Lorsque *b* a atteint le point le plus élevé de sa course, la tête *r* vient buter contre le contrepoids *w* suspendu à la chaîne *t*, ce qui a pour effet de fermer la soupape d'aspiration de la pompe, et par suite, de mettre celle-ci hors de service. En outre, le cylindre *b* porte à sa portée inférieure une ouverture *m* qui laisse écouler au-dehors l'eau contenue en *a* au cas où, *b* étant à son point le plus élevé, la consommation d'eau de la presse est plus faible que la quantité emmagasinée dans l'accumulateur.

Les accumulateurs sont surtout employés dans les installations qui comportent plus de deux presses. L'eau envoyée par les pompes, et qui n'est pas immédiatement employée dans les presses, vient remplir le cylindre de l'accumulateur jusqu'à ce que le sommet de celui-ci vienne heurter le contrepoids qui détermine la fermeture de la soupape aspirante. Dès que les presses fonctionnent, et que par suite l'accumulateur dépense de l'eau, le cylindre de celui-ci s'abaisse en pressant l'eau dans la conduite correspondante et rétablit le fonctionnement de la pompe.

Les avantages de l'accumulateur sont les suivants :

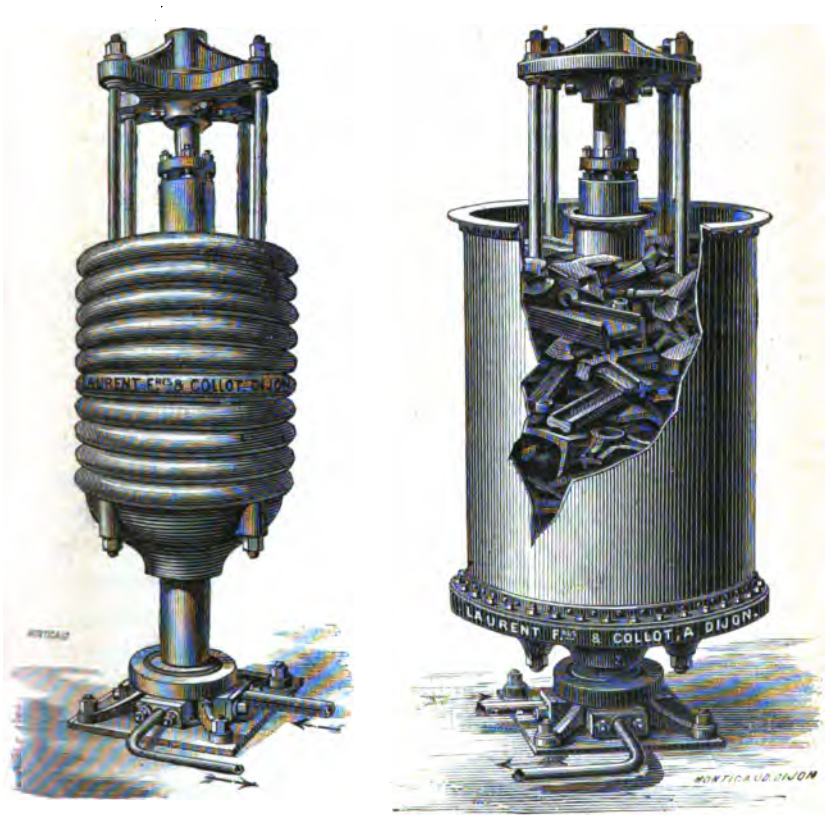


Fig. 22. Fig. 23.
Accumulateurs de la maison Laurent et Collot.

1° ils ont pour effet de maintenir dans les conduites et dans les presses une pression invariable, sans exiger une surveillance spéciale ; 2° ils fournissent le moyen d'établir rapidement la pression, et 3° ils soulagent considérablement le moteur qui actionne la pompe. En même temps, la résistance que doit vaincre le moteur est beaucoup plus uniforme que par l'injection directe de l'eau des pompes dans les presses.

L'accumulateur présente en outre l'avantage, comme nous venons de le dire, de donner une pression toujours constante.

Dans les presses de froissage la basse pression de l'accumulateur suffit pour faire toute l'opération ; dans les presses marseillaises de froissage il faut employer la basse pression et la haute pression. Dans les presses de rebat où la pression demande à être beaucoup plus énergique, on commence la pression avec l'accumulateur à basse pression et on l'achève avec un autre accumulateur à haute pression. Pour éviter l'installation de ce second accumulateur qui entraîne la dépense de nouveaux contrepoids et de fondations coûteuses, on emploie de préférence le multiplicateur de pression.

Pompes d'injection pour presses hydrauliques et accumulateurs. — Pour alimenter les presses hydrauliques de gros calibre et les accumulateurs, on emploie souvent un modèle de pompes inclinées et à piston guidé. Cet appareil se construit avec poulie de commande ou avec machine à vapeur pour 4, 6, 8 et 12 corps de pompes. La disposition inclinée occupe un faible emplacement et facilite l'accès pour le graissage, le nettoyage et l'entretien des pompes. Les pistons y étant parfaitement guidés, offrent toute sécurité contre l'ovalisation rapide des corps de pompes, inconvénient qu'on remarque dans la plupart des systèmes horizontaux ou verticaux généralement en usage.

Les pompes se construisent avec ou sans débrayage automatique, suivant les circonstances.

CHAPITRE IV

Moulins à huile, système anglo-américain.

Les moulins à huile du système anglo-américain sont d'origine relativement récente. Qu'on le veuille ou non, ils constituent de petits chefs-d'œuvre de simplification pour le traitement des graines oléagineuses, et à ce titre, ils s'imposent à l'attention non seulement de ceux qui vont chercher fortune dans les pays neufs, mais encore des industriels de la vieille Europe qui ferment volontiers les yeux sur les transformations économiques et industrielles qui s'accomplissent de l'autre côté de l'Atlantique et se contentent de *savoir acheter de la graine*.

Le traitement des matières oléagineuses par le système anglo-américain comprend les mêmes opérations que celles pratiquées dans le mode de travail usité jusqu'ici dans les huileries d'Europe, savoir :

1° Le *broyage des graines* qui a pour but de les réduire en pâte plus ou moins fine suivant leur nature et leur richesse en huile ;

2° Le *chauffage de la pâte* pour coaguler les matières mucilagineuses, en éliminer l'excès d'humidité ou lui donner, au contraire, le degré d'humidité nécessaire lorsque celle-ci fait défaut ; ce chauflage est suivi du moulage de la pâte en vue de la pression ;

3° L'*extraction de l'huile par la presssion hydraulique*.

Mais il diffère des procédés usuels par le perfectionnement de l'outillage, par son utilisation plus rationnelle et par la suppression d'une grande partie de la main-d'œuvre. Le système anglo-américain est encore assez peu connu en France. Importé d'Amérique en Angleterre en 1874 par MM. Greenwood et Batley, à Leeds, ce système a reçu depuis cette époque des perfectionnements importants. Ces messieurs ont bien voulu nous fournir sur ce sujet une note manuscrite dont nous nous sommes inspiré dans la rédaction de ce chapitre.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Pour l'emploi du système anglo-américain, on peut diviser les graines en deux classes : 1° les graines qui ne rendent pas plus de 30 0/0 d'huile ; telles sont les graines de lin, de coton, de Niger, etc., qu'on peut traiter efficacement par une seule pression en employant le matériel anglo-américain ; 2° les graines et noix très riches en huile, telles que les noix de coprah, les arachides, le ricin et les variétes riches de colza, qui, pour fournir le rendement le plus èlevé en huile, doivent être pressées deux fois ; la première pression s'effectue alors dans la presse du système « Leeds » et la seconde dans la presse du système anglo-américain.

Les noix de palme font exception à cette seconde catégorie, car quoiqu'elles rendent environ 45 0/0 d'huile, on peut les traiter efficacement par une seule pression dans la presse du système Leeds, après les avoir broyées à l'aide des machines que nous allons décrire et qui sont également construites par MM. Greenwood et Batley à Leeds.

Le mieux serait de pouvoir traiter chaque matière avec un matériel spécial, adapté à la nature de chaque graine et à sa richesse en huile, car l'expérience montre qu'il n'y a peut-être pas deux espèces de graines qui puissent être traitées absolu-

ment de la même manière si l'on veut obtenir de bons résultats; bien plus, les différentes variétés d'une même graine peuvent exiger des modifications dans la façon de les travailler. Aussi, MM. Greenwood et Batley exigent-ils toujours, avant d'exécuter une commande, qu'on leur envoie des échantillons des graines qu'il s'agit de mettre en œuvre, cette condition leur permet de fournir toujours un outillage parfaitement adapté aux conditions où l'on se trouve.

Cette recommandation s'applique à plus forte raison lorsqu'on se propose de mettre en œuvre des graines ou noix de nature différente et que, par raison d'économie, on ne tient pas à installer des machines spéciales pour chacunes d'elles ; dans ces conditions MM. Greenwood et Batley étudient des combinaisons d'appareils qui fournissent les résultats les plus satisfaisants avec le minimum de frais d'installation.

Nous-allons maintenant décrire les différentes opérations, ainsi que les appareils employés, au risque même de nous répéter avec ce qui a été dit au chapitre précédent.

DÉCORTICATION. — NETTOYAGE DES GRAINES.

Certaines graines exigent un traitement préliminaire spécial avant le broyage; c'est notamment le cas pour les graines de coton, dont il faut éliminer le léger duvet au moyen d'une machine spéciale. Celle-ci, représentée par la figure 24, comprend un grand nombre de couteaux circulaires à dents de scie de forme spéciale et tournant à une grande vitesse qui détachent le duvet des graines, une brosse également circulaire nettoie continuellement les dents.

La fibre se réunit à la partie postérieure de l'appareil dans un dispositif appelé condenseur, tandis que la graine nettoyée quitte la machine à sa partie antérieure et est dirigée, soit dans le broyeur, soit dans une machine à décortiquer. La

fibre est employée dans la fabrication du fulmicoton et d'autres articles.

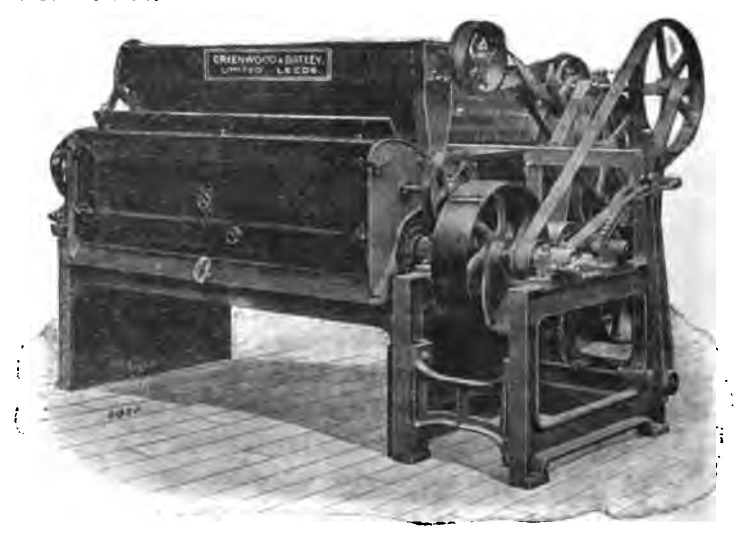


Fig. 24. — Machine à enlever le duvet des graines de coton.

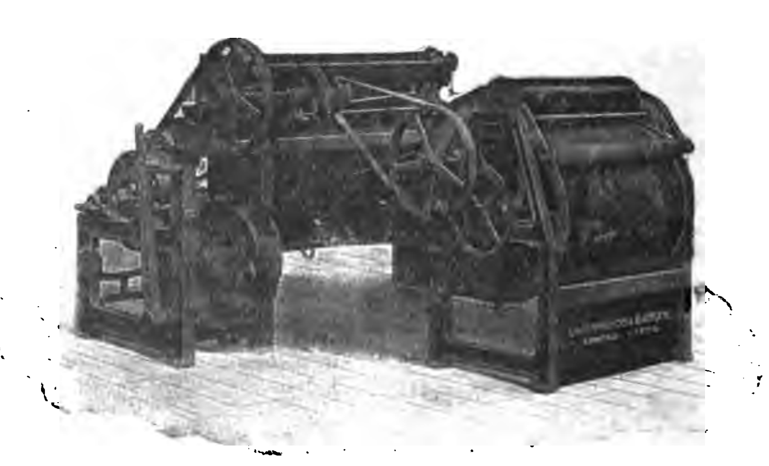


Fig. 25. — Machine à décortiquer les graines de coton.

La machine à décortiquer (fig. 25), se compose essentiellement d'une série de couteaux rotatifs qui passent entre une

série de couteaux fixes, l'espace réservé entre les deux séries de couteaux étant égal à la moitié du diamètre moyen des graines de coton qu'il s'agit de traiter. Dans cette opération, l'écorce ou enveloppe des graines de coton est coupée en deux ; la matière passe ensuite dans un tamis rotatif de construction

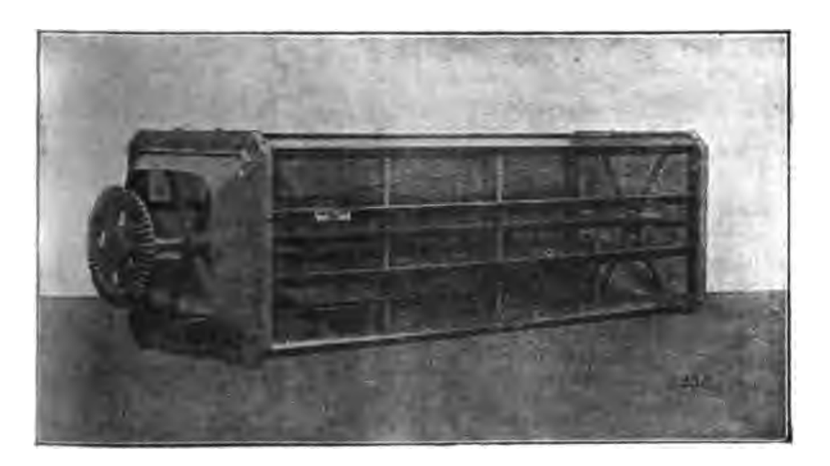


Fig. 26. — Tamis rotatif pour séparer les écorces des graines.

spéciale qui sépare la graine des écorces ; ces dernières sont employées comme engrais, et les graines sont dirigées sur le broyeur.

Les autres graines, de quelque nature qu'elles soient, doivent être préalablement nettoyées, et comme on y trouve presque toujours des morceaux de fer, clous, etc., qui sont de nature à détériorer les appareils, on les fait passer par un séparateur magnétique qui fonctionne de la manière suivante :

Les graines ou noix sont amenées sur une trémie inclinée, garnie d'une tôle d'acier pour éviter l'usure. Cette trémie est animée d'un mouvement de trépidation rapide ; les matières, entraînées par leur propre poids, tombent sur le cylindre magnétique qui, par son mouvement de rotation, les entraîne et les fait tomber par-devant, tandis que les morceaux de fer

sont attirés par un courant électrique et tombent de l'autre côté.

Le courant électrique, produit par une petite dynamo, est dirigé dans le cylindre au moyen d'un petit câble; deux commutateurs interrompent et rétablissent périodiquement le courant. On peut munir l'appareil d'un tamis pour séparer en même temps la poussière, le sable, les pierres, etc., contenus dans les graines ou noix.

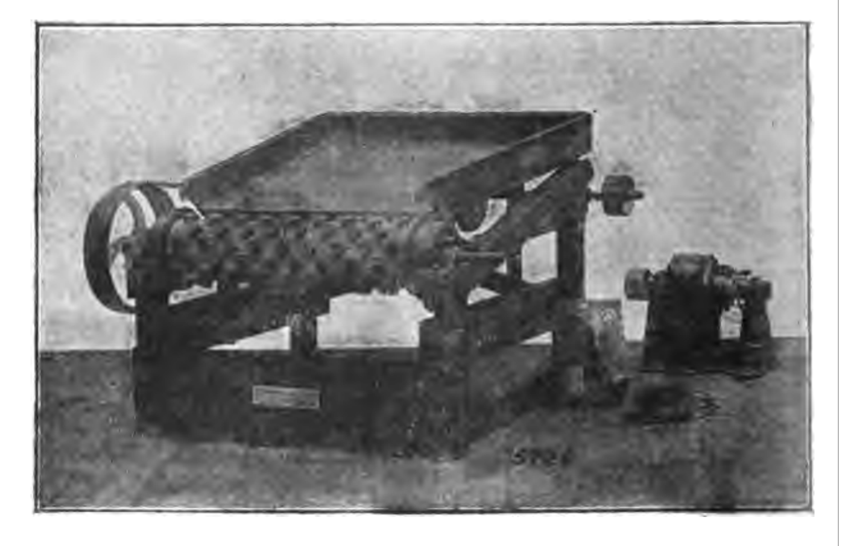


Fig. 27. — Cylindre magnétique.

BROYAGE

Le broyage s'effectue à l'aide de broyeurs cylindriques (fig. 28.) Ceux-ci se composent de cinq cylindres lourds, dont la longueur et le diamètre varient suivant l'importance de la fabrication; ils sont construits soit en fonte à grain serré, soit en fonte trempée d'une extrême dureté. Ils sont alésés avec

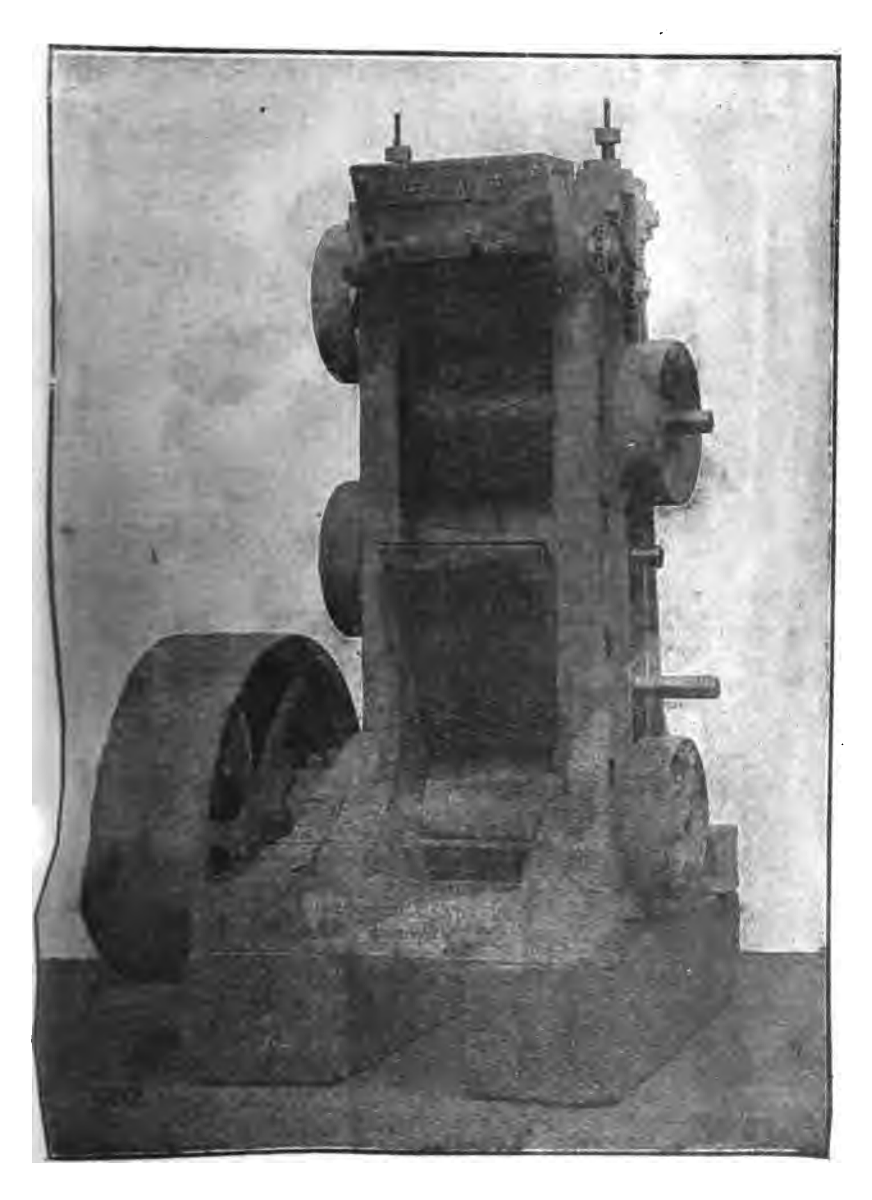


Fig. 28. — Broyeur à cylindres.

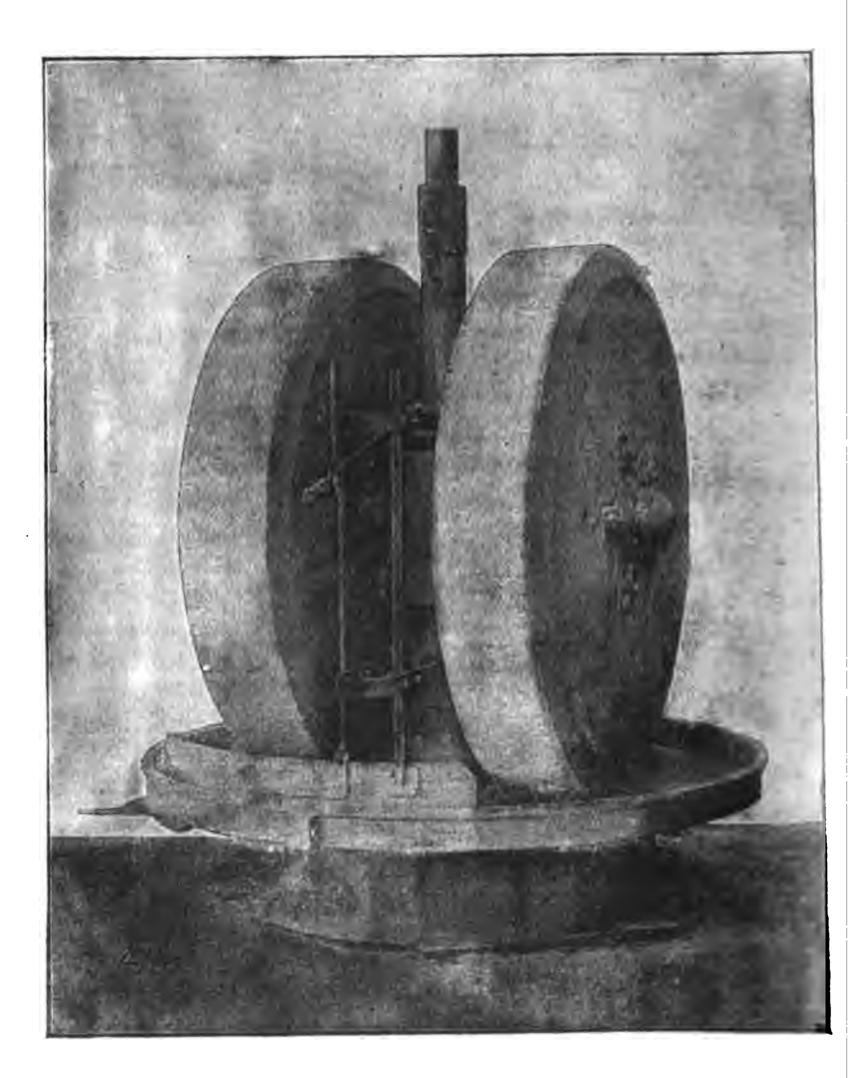


Fig. 29. — Broyeur à meules.

soin pour recevoir un arbre en acier doux qui est emmanché à la presse hydraulique; ils sont ensuite tournés sur leurs axes. Chaque jeu est supporté par un solide bâti en fonte. Les cylindres reposent librement les uns sur les autres. Au-dessus du bâti est fixée une trémie de grande capacité destinée à fournir la graine au cylindre d'alimentation ; l'entrée de la graine est réglée par une glissière mobile qui la répartit en un jet uniforme entre les deux cylindres supérieurs. La graine passe entre les cylindres 2 et 3, 3 et 4, 4 et 5 ; chaque graine reçoit ainsi quatre broyages successifs et, comme son degré de finesse augmente à chaque broyage, on augmente également la pression de chaque cylindre par l'adjonction d'un cylindre supplémentaire.

Pour les graines de coton, qui sont relativement grosses, le second cylindre, à partir du haut, est muni de rayures spéciales qui facilitent leur passage ; mais pour les petites graines les cylindres sont parfaitement lisses.

Le passage des graines à travers les cylindres broyeurs suffit généralement pour les réduire en une pâte très fine, prête à être pressée ; mais, dans certaines huileries, on fait subir à la farine de coton un second broyage dans de grandes meules en pierre dans lesquelles elle est conduite automatiquement d'une manière continue ou par intervalles réguliers à sa sortie du broyeur ; dans ce cas, la farine sortant de la meule est prise par un transporteur qui la déverse en jet continu dans le chauffoir (fig. 29.)

L'élévation et le transport des graines et de la farine s'opèrent, soit automatiquement au moyen d'élévateurs à godets et de vis sans fin, soit à la main à l'aide de chariots ; la farine est versée d'une manière continue dans le chauffoir.

CHAUFFAGE ET MOULAGE DE LA PATE

Chauffoir à vapeur et appareil à mouler les tourteaux, système anglo-américain. — Le chauffoir employé dans le sys-

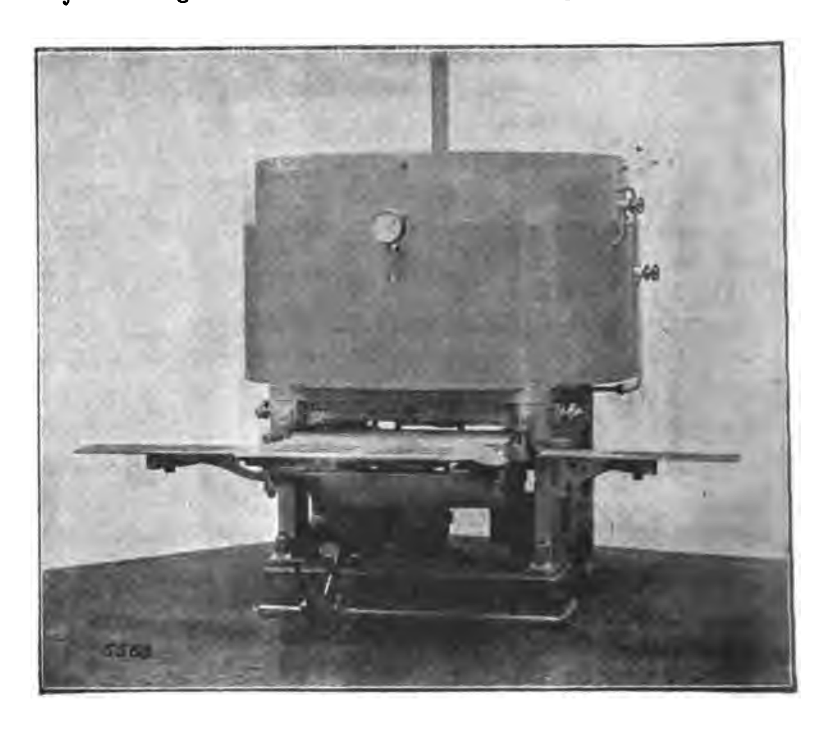


Fig. 30. — Chauffoir système anglo-américain.

tème anglo-américain pour le traitement des graines permet de réchauffer la matière à une température de 80° C. environ, et de lui donner en même temps l'humidité nécessaire. Le chauffage assure l'extraction du maximum d'huile ; l'humidité donne de l'adhérence aux graines pour le moulage des tourteaux.

Ce chauffoir est construit en tôle d'acier à chaudières de

10 millimètres d'épaisseur. Il comprend un système d'agitateur actionné par pignon et roue d'angle, un arbre horizontal et un arbre vertical en acier supportés par une console munie de coussinets en bronze phosphoreux. Extérieurement, le chauffoir est garni, en outre, d'une enveloppe calorifuge en feutre recouverte de tôle mince; le tout est supporté par une charpente en fonte boulonnée au plancher.

L'emploi de la tôle d'acier (au lieu de fonte) permet d'admettre sans inconvénient de la vapeur à une plus haute pression, en cas de besoin, pour augmenter la température en vue de l'extraction de l'huile.

Lorsque la farine chauffée est arrivée à la température voulue et qu'elle contient le degré d'humidité nécessaire pour la pression, elle est prête à être moulée préalablement à l'extraction de l'huile. Le moulage se fait, soit dans une presse à former ordinaire dans laquelle un seul ouvrier peut facilement mouler et comprimer en une demi-heure la pâte pour 4 presses à 16 tourteaux chacune, soit dans une machine spéciale, automatique, que nous décrirons plus loin.

Pour la machine à mouler ordinaire, le chauffoir est muni à sa partie inférieure d'une ouverture fermée par une porte à glissière; au-dessous de celle-ci se trouve une boite ouverte en haut et en bas, destinée à mesurer la quantité de pâte nécessaire pour former un moulage. Lorsque la boîte est poussée à fond, elle se trouve exactement sous la porte de vidange du chauffoir ; quand on la tire à soi, elle ouvre la porte et se remplit de pâte que laisse tomber le chauffoir. Pendant que la boîte reçoit la charge de pâte, l'ouvrier place un plateau sur la table, une toile de laine sur le plateau ; ensuite il retire le cadre de bois, tire la boîte à soi et la repousse vivement d'un coup sec : la pâte tombe alors sur la toile de laine et remplit complètement le moule. L'action de tirer la boîte du chauffoir a pour effet de fermer la porte à glissière et d'interrompre la communication du chauffoir avec la boîte, et l'action de la repousser la rouvre pour l'admission de la charge suivante. Dès que la

boîte a été repoussée sous le chauffoir, l'ouvrier enlève le moule, rabat les coins de la toile sur la pâte et pose le plateau avec la pâte sous la presse à mouler ; dès que le plateau est en place, le robinet d'admission de l'eau sous la presse s'ouvre automatiquement, le cylindre de la presse s'élève et moule la pâte en un gâteau légèrement comprimé. L'ouvrier retire le chariot et répète la même opération d'une manière continue, tandis qu'un autre ouvrier range le moulage avec son plateau dans la presse hydraulique.

APPAREIL A MOULER AUTOMATIQUE

Pour économiser la main-d'œuvre, on a inventé une machine qui permet à un ouvrier de mouler la pâte pour alimenter huit presses.

Avec cette machine, l'ouvrier place la plaque et l'étreindelle sur le chariot, comme ci-dessus, puis il avance le chariot jusqu'à ce que la plaque se trouve exactement sous la porte à glissière du chauffoir, cette porte ayant exactement les dimensions que doit avoir le moulage. Dès que le plateau est mis en position, le travail devient automatique, un moule en forme de télescope s'abaisse sur l'étreindelle pour retenir la pâte, on manœuvre un robinet qui ouvre la glissière par pression hydraulique et met le chauffoir en communication avec le moule; quand la glissière est restée ouverte pendant un temps suffisant, le robinet se ferme de nouveau automatiquement et, en même temps, la glissière actionne le robinet du compresseur qui s'élève, soulève le moule télescopique et le comprime contre le sommet du compresseur en moulant la pâte; après un intervalle de temps fixé d'avance, le robinet se referme automatiquement et le compresseur s'abaisse. Pendant ce temps, l'ouvrier mouleur a placé une autre plaque avec l'étreindelle sur la partie antérieure du chariot pour le moulage d'une nouvelle quantité de pâte, il tire le chariot à fond, rabat les




coins de l'étreindelle et le moulage est enlevé par l'ouvrier chargé des presses, comme précédemment. Cette machine comporte un dispositif qui permet de faire varier l'ouverture de la porte du chauffoir et de la compression.

Fig. 31. — Chauffoir auglo-américain avec appareil à mouler automatique.

Régulateur de débit des chauffoirs, système Greenwood et Batley Ld. — Le but de cet appareil est de régulariser le débit du chauffoir et d'éviter le chargement irrégulier des presses. On comprend, en effet, qu'en chargeant les presses par à peu près, on fait varier plus ou moins, non seulement le temps pendant lequel la farine séjourne dans le chauffoir, mais

encore la température et le degré d'humidification, variation qui influe forcément sur le rendement en huiles et l'aspect des tourteaux.

Le régulateur de débit a été spécialement étudié pour être adapté au chauffoir et aux machines à mouler les tourteaux ci-dessus décrites ; seul il règle automatiquement le nombre de tourteaux qui peut être fait en un temps déterminé, et l'opérateur ne peut pas faire plus de tourteaux que le permet l'appareil une fois réglé par le contremaître. Par suite, la farine est obligée de rester dans l'appareil le temps nécessaire pour y être convenablement triturée, chauffée et humectée avant d'être distribuée aux presses.

La régularisation dans le débit du chauffoir est obtenue au moyen d'une soupape hydraulique régulatrice, placée dans le tuyau d'eau de basse pression qui ne permet à la pression de s'exercer qu'à des intervalles déterminés. Cette soupape est actionnée par une vis sans fin placée sur le support du chauffoir, sur son arbre transversal ou sur tout autre arbre disposé convenablement.

EXTRACTION DE L'HUILE. LA PRESSE ANGLO-AMÉRICAINE

Dans le système anglo-américain, l'extraction de l'huile se fait par la presse hydraulique comme dans le procédé usuel. La presse anglo-américaine se distingue par son extrême solidité et par la forme spéciale de ses plateaux. Les colonnes sont en acier forgé, avec écrans également en acier à chaque extrémité, ce qui a pour effet de réduire au minimum les chances de rupture malgré une pression énorme de 226.000 kilogr. Le sommier et l'embase sont construits avec une grande marge de résistance, chaque pièce étant soigneusement usinée pour la réception du cylindre et des colonnes.

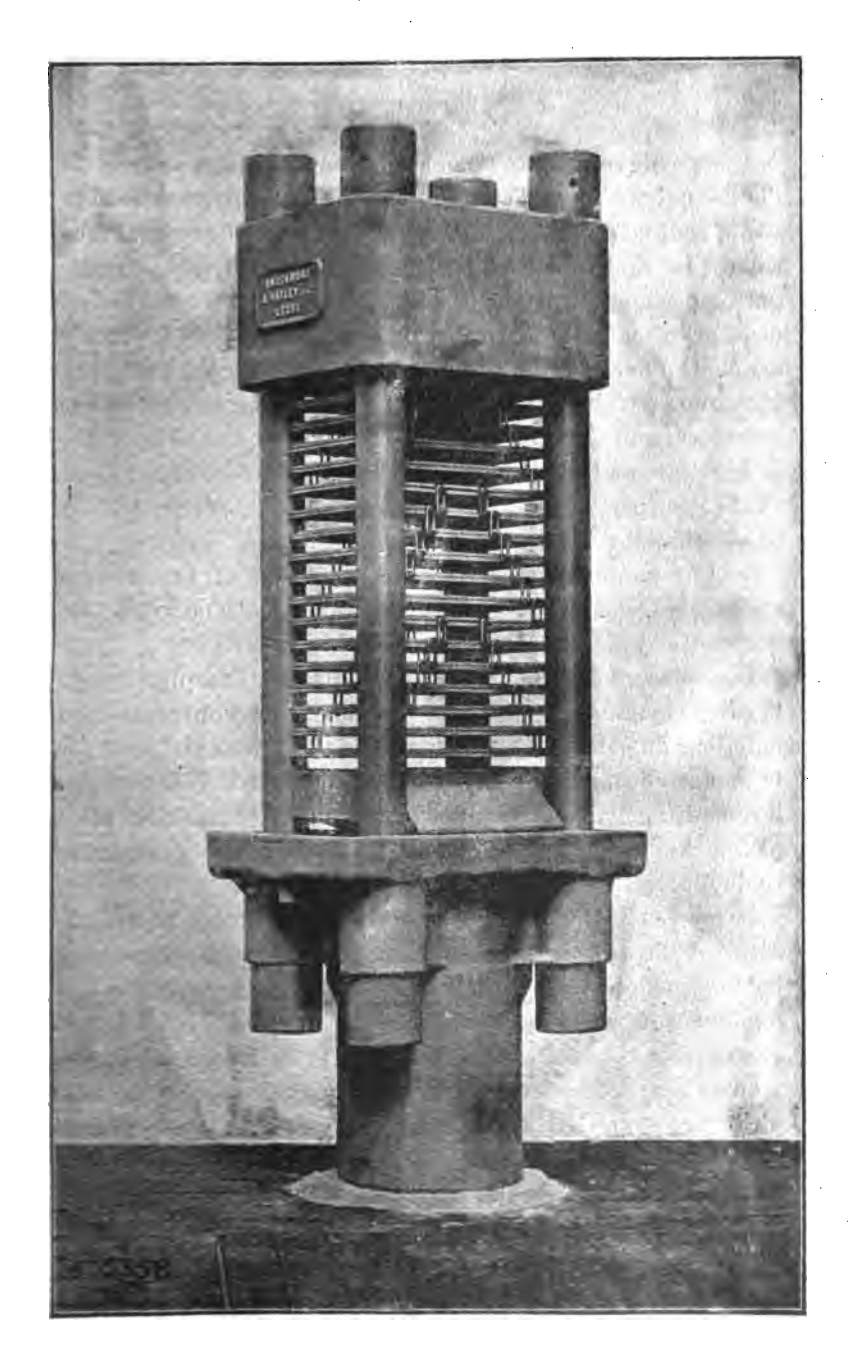


Fig. 32. — Presse hydraulique système anglo-américain.

A sa partie supérieure l'embase forme cuvette pour recevoir l'huile qui s'écoule de la presse. Les plateaux, au nombre de 15, sont en acier laminé, ce qui les rend pratiquement inusables; ils sont ondulés et portent des rainures transversales qui empêchent la pâte de s'échapper par les côtés sous l'effort de la pression malgré l'absence de rebords. On peut les munir à volonté d'une plaque de bronze imprimant sur les tourteaux la marque de fabrique de la maison. Ils sont suspendus les uns aux autres au moyen de goujons ou de chaînons qui opposent le minimum de résistance à l'écoulement de l'huile, et, eu égard à la forme spéciale des plateaux, la quantité de pâte entraînée par l'huile est réduite au minimum.

Comme conséquence naturelle, l'entretien et l'usure des étreindelles sont beaucoup moins onéreux qu'avec n'importe quel autre système de presse.

Pour placer la plaque et la pâte moulée sur les plateaux de la presse hydraulique, l'ouvrier pose une main contre le bord antérieur du gâteau et retire doucement la plaque, laissant sur le plateau de la presse le gâteau recouvert de l'étreindelle; il répète la même opération jusqu'à ce que la presse soit complètement garnie, puis il donne la pression en manœuvrant le robinet correspondant.

Le moyen d'obtenir la pression la plus efficace et la plus sûre est d'employer des accumulateurs à basse pression et à haute pression; dans certains cas cependant la pression est appliquée directement au moyen de pompes, il suffit alors de manœuvrer un robinet qui, dans sa première position, fait monter le cylindre compresseur, et dans sa deuxième donne la pleine pression. Cependant, ce mode d'opérer présente du danger, en ce sens qu'on est obligé de s'en rapporter aux soupapes de sûreté des pompes pour ne pas dépasser la pression maximum, tandis qu'avec les accumulateurs il est impossible de dépasser en aucun cas la pression pour laquelle ils sont chargés.

ACCUMULATEURS

L'accumulateur à basse pression doit être chargé à environ 250 kilogr. par pouce carré, et l'accumulateur à haute pression à environ 1775-2000 kilogr. par pouce carré, suivant la nature des graines mises en œuvre. Certaines matières sont soumises



Fig. 33. — Table en fer pour l'enlevement des étreindelles des tourteaux.

à une pression allant jusqu'à trois tonnes par pouce carré ; mais dans ce cas il est nécessaire d'installer un troisième accumulateur à pression extrême.

Ces accumulateurs contiennent chacun un réservoir d'huile

qui est conduite aux presses dès qu'on manœuvre les robinets ; ceux-ci sont de construction spéciale, de telle sorte que c'est d'abord la basse pression qui est appliquée, ensuite la haute pression, suivie elle-même de la pression extrême quand il y a lieu. La pression est alimentée par des pompes hydrauliques

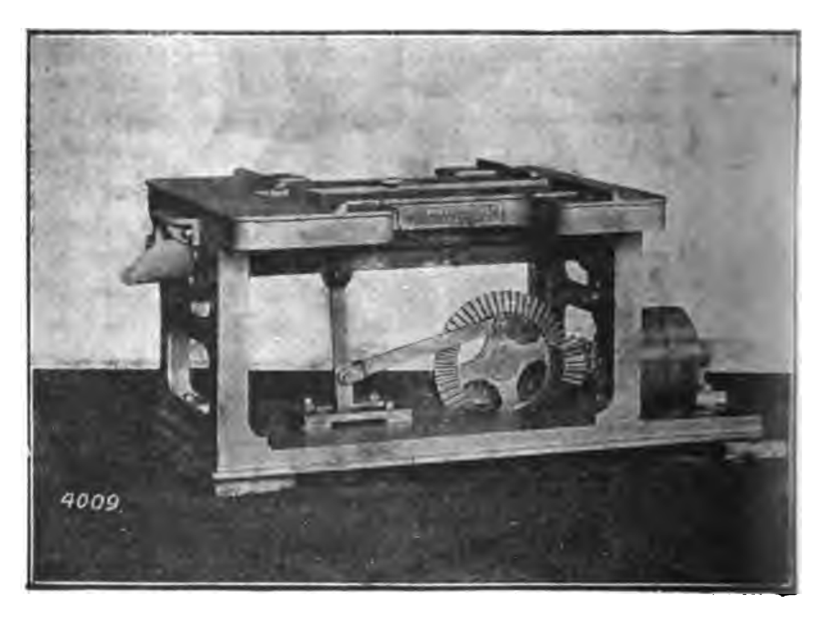


Fig. 34. — Machine à parer les tourteaux.

appropriées, munies de pistons plongeurs en nombre plus ou moins grand suivant l'importance de l'installation, chaque accumulateur étant desservi par une ou plusieurs d'entre elles.

Quand un accumulateur atteint la limite de son ascension, les pistons qui l'alimentent cessent d'être actionnés et les pompes restent au repos jusqu'à ce que l'accumulateur est redescendu d'une certaine quantité. On recommande fortement de munir ceux-ci de guides extérieurs.

Dès que la pression effective commence à s'exercer, l'huile s'écoule librement des bords des plateaux de la presse, et continue à couler pendant 20 à 30 minutes au fur et à mesure que la pression augmente ; quand elle cesse de couler on desserre

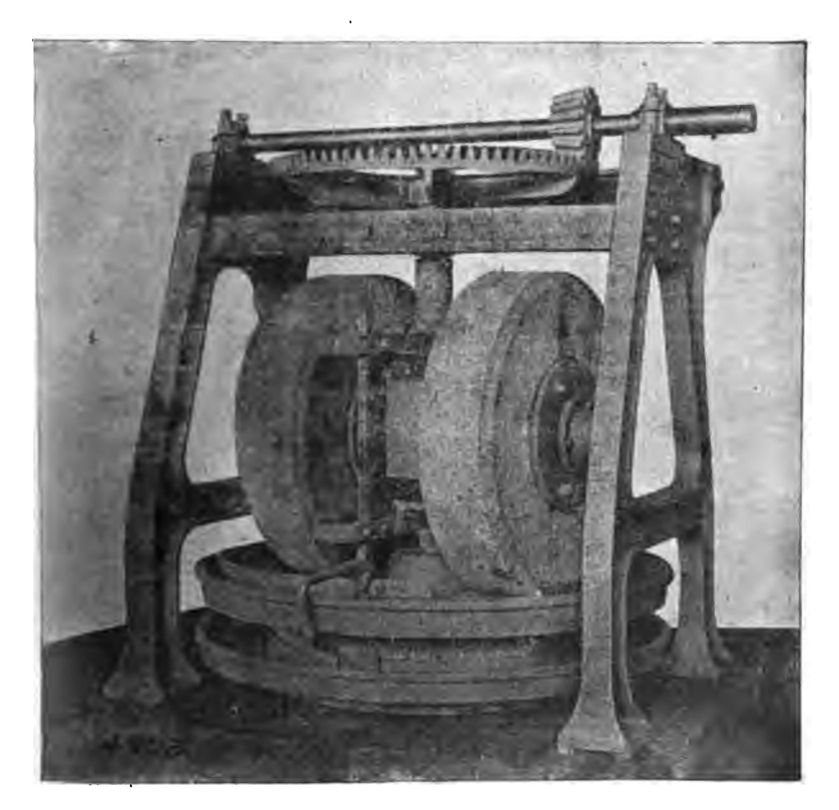


Fig. 35. — Meule à broyer les rognures de tourteaux.

la presse, on retire les tourteaux et on les remplace par de la pâte fraiche moulée, de telle sorte que, lorsque le cylindre de la presse est redescendu complètement, la presse se trouve chargée de nouveau et est prête pour une nouvelle pression.

On enlève les étreindelles des tourteaux, et ceux-ci sont

ensuite rognés à l'aide d'une machine représentée par la figure 34. Cette machine, d'une construction très compacte, est actionnée par courroie ; toutes les pièces mobiles du mouve-

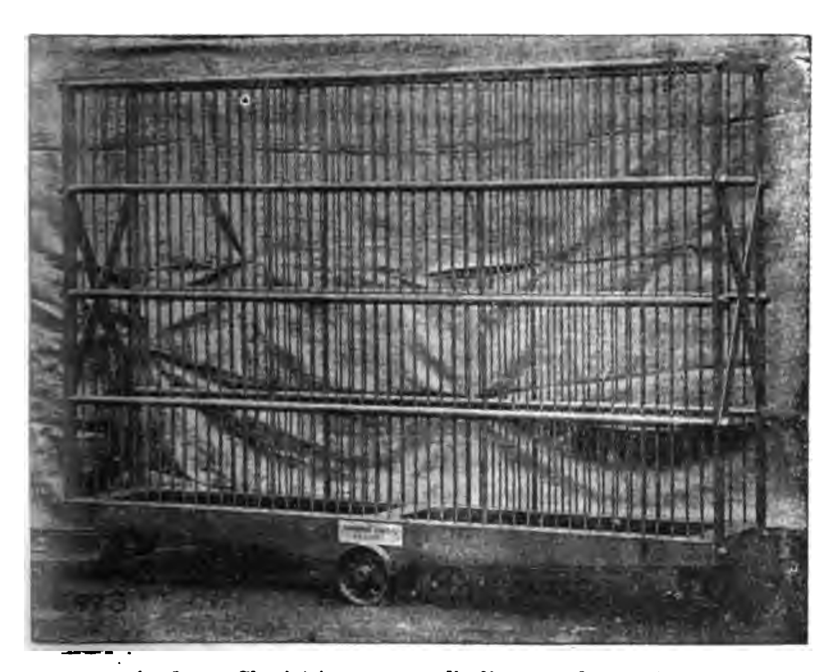


Fig. 36. — Triturateur pour broyer les rognures de tourteaux.

ment, sauf les poulies de commande, se trouvent au-dessous du plateau, ce qui assure une marche très régulière.

Les rognures de tourteaux tombent dans une auge ménagée

dans le centre du plateau et munie de couteaux à hacher; une vis d'Archimède transporte automatiquement les rognures qui contiennent toujours une certaine quantité d'huile, aux meules où elles sont réduites en farine (fig. 35); un élévateur trans-



ig. 37. — Chariot à cages pour l'enlèvement des tourteaux.

porte celle-ci dans le chauffoir où elle est mélangée avec la farine fraîche. On peut encore traiter les rognures dans un triturateur spécial (fig. 36).

L'huile est recueillie dans un réservoir approprié, d'où une pompe la fait passer dans un filtre-presse; puis on la conserve dans un réservoir de garde ou bien on l'expédie au commerce, soit à l'état brut, soit à l'état raffiné. Les tourteaux sont chargés dans un chariot à cages (fig. 37) et conduits au magasin de garde.

PRESSE SYSTÈME LEEDS

Comme nous l'avons déjà fait remarquer, les graines très riches en huile exigent un traitement spécial ; dans la plupart des cas, elles doivent être soumises à une double pression. Les arachides doivent être décortiquées et dépouillées de leur épiderme rouge au moyen d'une machine appropriée. Jusqu'à une date récente on décortiquait également les graines de ricin, mais avec la presse du système Leeds on obtient des huiles médicinales de première qualité par la pression à froid, sans décortiquer la graine.

Le broyage comporte de grandes différences suivant la nature des graines mises en œuvre, les unes exigeant un simple concassage, d'autres devant être réduites presque au même degré de finesse que la farine ; il s'ensuit qu'une seule et même installation ne saurait convenir pour deux graines ou noix de nature différente. Il en est de même pour le chauffage de la pâte : certaines matières doivent être chauffées, d'autres ne doivent pas l'être ; tout dépend de la nature de la matière première et de la qualité de l'huile qu'on veut obtenir.

La presse du système Leeds se compose d'un fort sommier et d'une embase en fonte soigneusement travaillés pour recevoir les colonnes. Sur le sommier, et fixé à ce dernier, est un piston plongeur fixe qui, pendant la pression, pénètre dans la cage par le haut, tandis que le piston hydraulique refoule le contenu de la cage par le bas. Cette disposition est très intéressante, car elle permet d'imprimer au travail de pression une très grande rapidité, par suite de la suppression des points morts. Les colonnes sont en acier forgé et de section spéciale, variable, et plus ou moins rapprochées suivant la nature des graines mises en œuvre. La partie supérieure de la cage comporte un dispositif pour mesurer et mouler la pâte ; l'épaisseur du moulage peut varier au gré du fabricant.

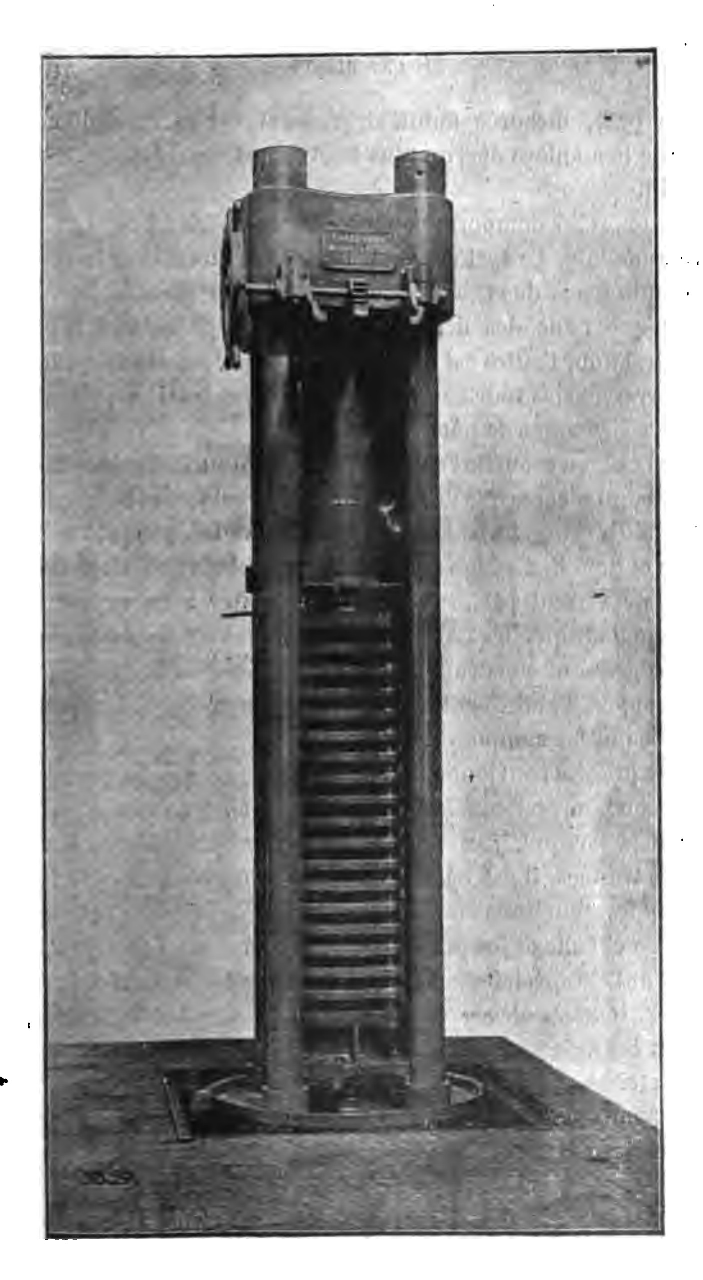


Fig. 38. — Presse anglo-américaine système Leeds.

La pâte, mesurée automatiquement, est extraite du chauffoir de la manière décrite plus haut pour le systèmeanglo-américain.

Cette presse comporte deux cages pivotantes : l'une fixe, l'autre amovible. Le système de pivotage est monté sur la colonne commune aux deux presses préparatoire et d'extraction. Pendant que l'une des deux cages est sous pression à la presse d'extraction, l'autre est dans la presse préparatoire pour être débarrassée des tourteaux résultant de l'opération précédente, et être rechargée de pâte fraîche.

Les sacs ou scourtins sont complètement supprimés dans cette presse qui n'exige que des étreindelles circulaires (nattes rondes en malfil, crin, etc.) qu'on interpose entre les plaques métalliques et dont l'entretien est facile. Ces étreindelles s'aplatissent, mais ne s'usent pas. Il suffit de les passer à la vapeur après l'usage pour qu'elles redeviennent poreuses comme auparavant. Les cages sont construites de façon à ce que la farine ne puisse s'échapper, l'huile seule pouvant traverser les interstices des barres qui les composent.

Ces presses conviennent également bien pour la première et la seconde pression, à froid ou à chaud ; elles sont surtout avantageuses lorsque, par suite de la nature particulière des matières traitées, il est nécessaire de chauffer beaucoup la farine, la suppression des scourtins permettant de pousser la température de chauffage jusqu'à la limite extrême sans altérer l'huile. Elles ont été spécialement étudiées pour le traitement des graines d'une teneur élevée en huile, telles que les arachides, le ricin, les noix de palme et de coco, le sésame, le colza, le pavot, etc.

Les noix de palme sont épuisées par une seule pression ; mais toutes les autres graines riches en huile exigent une seconde pression. Le mode d'opérer est alors le suivant :

Dès la sortie de la presse, les tourteaux passent dans un broyeur à tourteaux, puis dans un moulin à meules (fig. 29) et enfin dans les cylindres broyeurs (fig. 28) ; la farine

obtenue est ensuite chauffée au chauffoir à vapeur décrit précédemment, formée dans l'appareil à mouler tes tourteaux (fig. 31), et pressée dans la presse anglo-américaine (fig. 32) ; les tourteaux obtenus sont rognés dans la machine à pârer (fig. 34) et les rognures sont triturées dans la meule (fig. 35) ; la farine ainsi produite est renvoyée au chauffoir, etc. ; en un mot, la marche est la même que celle que nous avons décrite pour le travail avec la presse anglo-américaine, avec cette différence que le broyage à la meule précède le traitement dans les broyeurs cylindriques au lieu de le suivre.

La vitesse de fonctionnement est de 4 à 6 pressions par heure suivant la nature des graines ou noix mises en œuvre, les unes exigeant une pression plus prolongée que les autres.

Un homme et un gamin suffisent pour le service de la presse préparatoire ; il faut, en outre, un homme pour le chariot transbordeur, soit en tout deux hommes et un gamin pour assurer le fonctionnement dé quâtre presses.

Certaines matières exigent l'application de la chaleur dans la première pression et dans la seconde ; à cet effet, la presse système Leeds est spécialement munie d'un système de chauffage à la vapeur.

Les huiles extraites dans la première et la deuxième pression sont mélangées ou recueillies séparément suivant l'usage auquel on les destine, celle de première pression étant de meilleure qualité que celle de deuxième pression ; on les passe au filtre Philippe ou au filtre-presse, on les raffine s'il y a lieu, suivant leur destination.

RENDEMENT EN HUILE

Le rendement en huile varie aussi bien qu'avec les procédés ordinaires, suivant la richesse des matières mises en œuvre ; et il est impossible de le fixer à moins d'analyser les graines. Mais, si les matières premières sont convenablement préparées,

broyées, chauffées et pressées dans les moulins du système anglo-américain, on arrive à les épuiser presque complètement. Les tourteaux de lin retiennent environ 7 p. 100 d'huile, ceux de coton non décortiqué 4,5 p. 100 et ceux de coton décortiqué 8 p. 100. Les tourteaux de palme résultant d'une pression dans la presse Leeds contiennent environ 4 p. 100 d'huile.

Les matières pressées deux fois dans les presses Leeds et anglo-américaine combinées, telles que le coprah et les arachides, contiennent environ 7 p. 100 d'huile, et ceux de ricin environ 6 p. 100.

Pompes et accessoires.

POMPES DE COMPRESSION ACTIONNÉES PAR COURROIES

Ces pompes sont spécialement étudiées pour fonctionner avec les presses anglo-américaines des mêmes constructeurs. Elles peuvent desservir les presses, soit directement, soit par le moyen d'accumulateurs ; elles conviennent pour toute espèce d'installations hydrauliques employant de hautes pressions.

Les cylindres sont en acier doux forgé, de préférence au bronze et à l'acier moulé qui se fissurent souvent. Les clapets de retenue et de refoulement sont également en acier ; le clapet d'aspiration, les raccords et les presse-étoupes sont en bronze.

Ces pompes sont commandées directement par un arbre en acier à manivelles ou à excentriques découpés dans le bloc, dispositif beaucoup plus solide que celui comportant un arbre avec manivelles ou excentriques rapportés et clavetés. Les pompes et leurs mouvements de commande sont montés sur bâche en fonte qui contient le liquide à envoyer aux presses et aux accumulateurs.

Les pompes à basse pression sont construites pour une pres-

sion maximum de 50 kilogrammes par centimètre carré, et les pompes à haute pression pour un maximum de 400 kilogrammes par centimètre carré.



Fig. 39. — Pompe pour presse hydraulique système anglo-américain.

BOITES DE DISTRIBUTION D'EAU SOUS PRESSION

La boîte de distribution combinée d'eau à haute pression et à basse pression, représentée par la figure 40 est établie pour commander 5 presses anglo-américaines actionnées directement par accumulateurs à haute et à basse pression.

Le corps de l'appareil est en acier doux forgé. Chaque boîte de distribution est munie d'un clapet de retenue automatique (pour la basse pression), qui maintient le piston de la presse à l'état de repos presque complet lorsqu'il est arrivé au bout de

sa course. Ce dispositif contribue à empêcher la graine de se répandre sur les plaques et à ménager les étreindelles.

Des pointeaux mobiles permettent de régler à volonté le débit d'eau venant de l'accumulateur à haute pression et, par suite,

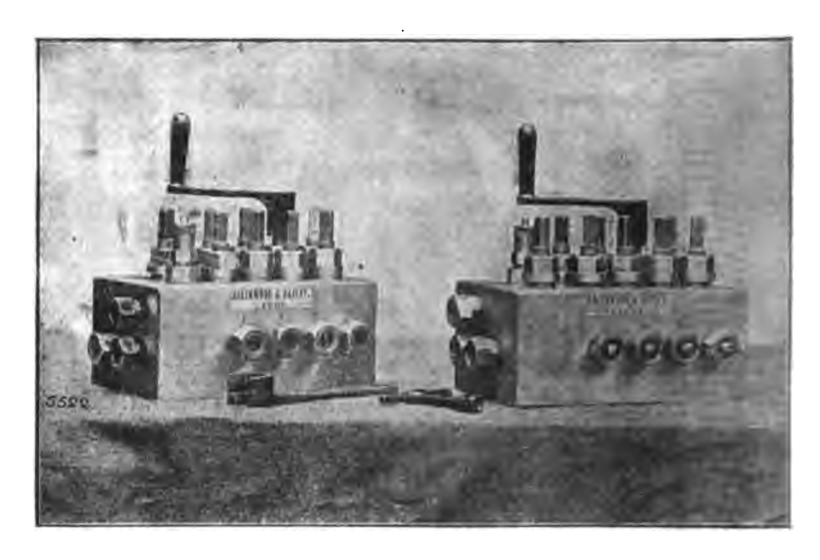


Fig. 40. — Boîtes de distribution d'eau.

la vitesse ascensionnelle du piston de la presse. Les boîtes sont munies de pointeaux en acier avec écrous de raccord en bronze pour recevoir la tuyauterie.

RATELIERS A TOURTEAUX

Ces appareils constituent un complément nécessaire de l'huilerie. On y dépose les tourteaux au fur et à mesure qu'ils sortent des presses ; ils s'y refroidissent plus vite pour être empilés en magasin.

Ils sont d'une construction solide en fer et peuvent être fixes

ou mobiles sur roues. Un homme peut aisément traîner un appareil à roues, même quand il contient une pleine charge de tourteaux.

FORME DES TOURTEAUX

Les figures 41, 42 et 43 montrent les formes de tourteaux les plus usuels en France, en Belgique et en Allemagne. La forme re-



Fig. 41.



Fig. 42.

présentée figure 43 est surtout avantageuse : le tourteau peut être brisé aisément à la main, et chaque fraction représente environ 1 kilogramme. Deux presses hydrauliques desservies par un seul homme et un gamin peuvent produire environ 5.100 tour-

teaux de 1 kilogramme par journée de 11 heures. Ces tourteaux quittent la presse entièrement finis et n'exigent pas de parement supplémentaire. Inutile de faire observer qu'on peut encore leur donner toute autre forme, ronde, rectangulaire, etc.

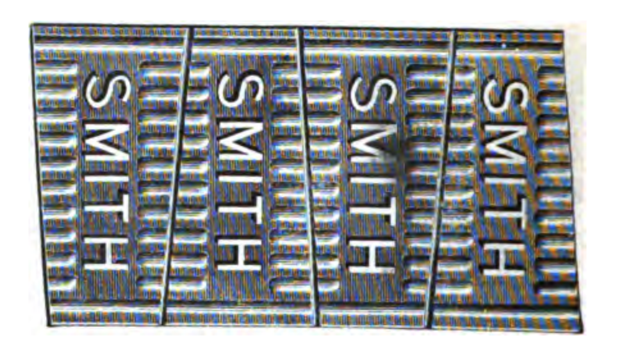


Fig. 43.

MOULIN A HUILE ANGLO-AMÉRICAIN, DIT « IMPÉRIAL » (N° 1)

Ces moulins ont été créés spécialement pour les petits propriétaires ou fermiers dont les exploitations rurales sont situées dans des endroits d'un accès difficile. Ils sont de construction très simple et réunissent tous les perfectionnements créés depuis quelques années en vue de réduire la main-d'œuvre au minimum, tout en fournissant le maximum de rendement en huile. Chacun de ces moulins forme une installation complète et peut se placer sous un hangar ou un abri quelconque. Il comporte tout son mécanisme et n'a aucune transmission.

L'ensemble du moulin est supporté par deux poutrelles en acier, et le tout est monté et soigneusement repéré avant l'expédition, de sorte que le premier ouvrier mécanicien venu peut remonter le matériel dès son arrivée à destination. Il n'exige

d'ailleurs aucune fondation coûteuse : quelques poutres en bois noyées dans le sol étant suffisantes.

Ces moulins peuvent être mus par des moteurs à vapeur, à gaz ou à pétrole. ou par des manèges à chevaux ou à bœufs. Si

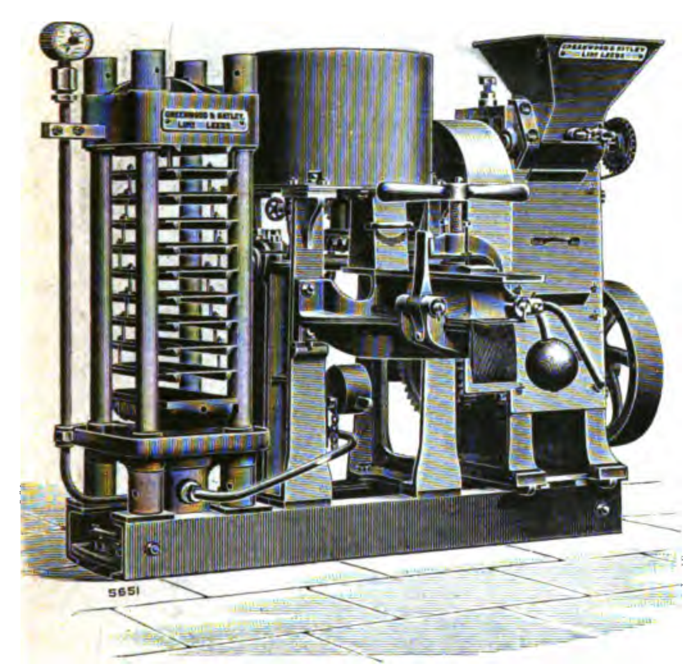


Fig. 44. — Moulin dit Impérial n° 1, syst. anglo-américain.

le moteur n'est pas une machine à vapeur, l'installation exige une petite chaudière pour fournir la vapeur nécessaire au chauffage et à l'hydratation de la farine.

Le moulin représenté par la figure 44 peut traiter, par journée de onze heures, environ 500 kilogrammes de lin, coton, ravison, tournesol, moutarde, etc., ou 6.000 kilogrammes par semaine de 132 heures.

Il comprend :

1° Un jeu de cylindres broyeurs anglo-américains, disposés en hauteur et ayant 20 centimètres de diamètre × 20 centimètres de

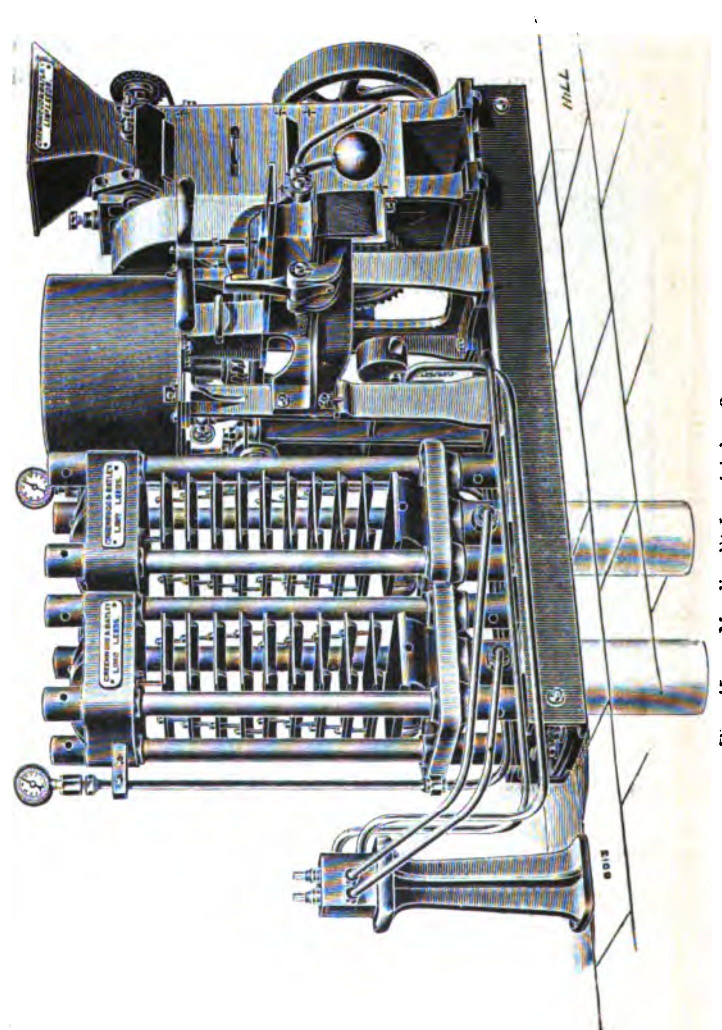


Fig. 45. — Moulin dit Impérial n° 2.

longueur, munis d'axes en acier doux, avec trémie d'alimentation automatique, racloirs en acier, poutre de commande, plaque de fondation, boulons, etc.

2° Un chauffoir à vapeur en acier de 50 centimètres de diamètre × 35 centimètres de profondeur, comprenant manomètre, robinets de vapeur et de purge, dispositif pour humecter la farine, agitateur et appareils de mesurage automatique.

3° Une machine à mouler complète à main, comprenant chassis de moulage, compresseur à vis, etc.

4° Une pompe de compression pour presse à huile, avec plongeur de 19 millimètres de diamètre et 76 millimètres de course, cylindre en acier forgé, valves d'aspiration et de refoulement, avec soupape de sûreté, grande bâche en fonte, les clés à écrous et la tuyauterie en acier, nécessaire pour relier la pompe à la presse et aux valves de distribution, et prévue pour une pression d'environ 300 kilogrammes par centimètre carré.

5° Une presse hydraulique à huile à 10 tourteaux pesant chacun environ 1 kilogramme, ayant un plongeur de 15 centimètres de diamètre, cylindre en acier coulé, colonnes en acier doux, écrous et plaques perfectionnées en acier ondulé, complète avec clés, écrous, etc. Pression de fonctionnement : 300 kilogrammes par centimètre carré.

6° Un manomètre hydraulique avec cadran de 10 centimètres de de diamètre, marqué pour une pression double de celle du fonctionnement et les raccords avec la presse.

7° Une table à rogner et à parer les tourteaux avec 3 couteaux spéciaux.

8° Deux poutrelles de fondation pour supporter l'ensemble des appareils ci-dessus, les boulons de fondation, etc.

Poids net : environ 1.675 kilogrammes ; poids brut : environ 1.980 kilogrammes.

Espace occupé : 1 m. 90 × 1 m. 22 ; hauteur : 1 m. 37.

Nous avons tenu à donner l'énumération qui précède afin de permettre au lecteur, que notre travail ira parfois rejoindre au fond d'une contrée lointaine, de se faire une idée aussi exacte que possible de l'outillage anglo-américain, sans avoir besoin d'échanger des correspondances toujours longues et aléatoires.

Pour le moulin anglo-américain, dit Impérial n° 2, l'installation générale est la même que pour le moulin n° 1 ; les appareils sont également les mêmes ; mais comme ce moulin four-

nit un travail double du précédent (il peut traiter environ 1.000 kilogrammes de lin, coton, ravison, tournesol, moutarde, etc., par journée de onze heures, soit 1.2000 kilogrammes par semaine de 132 heures), il comporte deux presses hydrauliques au lieu d'une. Les autres machines sont les mêmes, mais un peu plus grandes que dans le moulin n° 1.

Il occupe un espace de 2 m. 67 × 1 m. 30. Hauteur : 1 m. 37.

Poids net : environ 2.490 kilogrammes ; poids brut : environ 3.000 kilogrammes.

MOULIN A HUILE ANGLO-AMÉRICAIN, DIT UNIVERSEL

Ces moulins ont été spécialement étudiés pour le traitement de *toutes les graines et matières oléagineuses connues* ; ils sont tout particulièrement indiqués pour les exploitations éloignées et isolées. Grâce à la simplicité de construction et de fonctionnement, leur parfaite adaptation au but poursuivi, ils permettent aux propriétaires de traiter leur propre production et d'utiliser sur place les tourteaux obtenus en les faisant entrer dans l'alimentation du bétail.

Ces moulins se construisent en deux grandeurs : le n° 1 permet de traiter 500 kilog. de matière en onze heures ; le n° 2 1.000 kilog. dans le même espace de temps. La puissance nécessaire est de 6 chevaux effectifs pour le moulin n° 1, et de 6 à 8 chevaux pour le modèle n° 2.

Cette puissance peut être fournie soit par un puissant manège à chevaux ou à bœufs, soit par poulie et courroie montées sur un arbre de couche existant, soit enfin par une machine à vapeur avec sa chaudière ou par un moteur à gaz ou à pétrole.

Il convient de faire remarquer de suite que pour les moulins actionnés par un manège, le travail est moins régulier, moins satisfaisant que lorsqu'on emploie la vapeur ou une chute d'eau, et le rendement est plus faible. Lorsque les tourteaux

sont destinés à l'alimentation du bétail, ce dernier inconvénient est atténué. Mais, comme l'installation exige de toute façon une petite chaudière pour fournir la vapeur pour le chauffage et l'humidification des graines, on peut avoir intérêt à

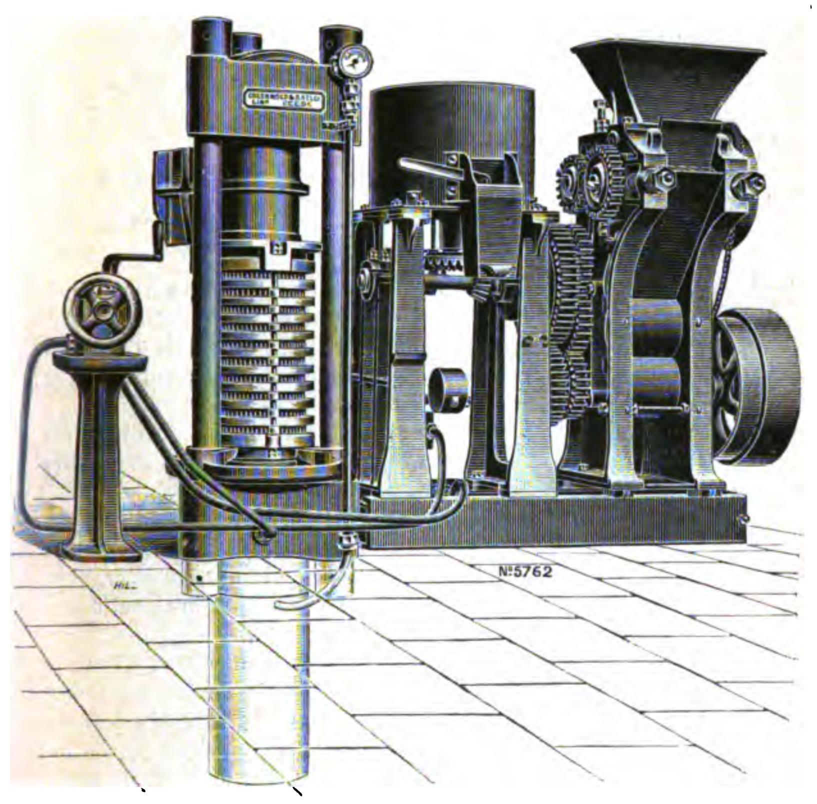


Fig. 47. — Moulin anglo-américain, dit Universel (n° 1).

installer un petit moteur à vapeur, surtout si l'on dispose de combustible en quantité suffisante.

Nous avons dit plus haut que dans ces moulins on peut traiter toutes les matières oléagineuses : les petites graines (lin, colza, chanvre, sésame, moutarde, pavot) aussi bien que les graines plus grosses et les noix (ricin, arachides, noix de palme,

coprah, etc.), et c'est là un point très important pour les exploitations lointaines. Mais, le traitement des grosses graines et des noix exige un peu plus de force motrice et quelques appareils accessoires. En outre, comme elles sont généralement très riches en huile, il est nécessaire de les broyer et de les presser deux fois pour en obtenir le rendement maximum. Il s'ensuit que le travail est un peu moins rapide et qu'on ne peut traiter alors que 400 kilog. et 800 kilog. respectivement par journée de onze heures.

Voici l'énumération des différents organes de ce moulin, qui forme un tout complet, indépendant de toute autre construction. Le moulin modèle n° 1 comprend :

1° Un jeu de quatre cylindres broyeurs anglo-américains disposés en hauteur, ayant 30 centimètres de diamètre X 30 centimètres de longueur ; ces cylindres sont en fonte trempée et munis d'axes en acier. Le broyeur est complet avec trémie, dispositif automatique d'alimentation, roues de commande, poulies et accessoires.

2° Un chauffoir de 50 centimètres de diamètre X 35 centimètres de profondeur, muni d'un jet de vapeur spécial, complet avec robinets de vapeur et de purge, manomètre, agitateur, etc.

3° Une presse hydraulique système Leeds breveté, étudiée pour faire 10 à 12 tourteaux de 25 centimètres de diamètre, complète avec un jeu de plaques d'acier galvanisé. Cylindre en acier, avec plongeur de 20 centimètres de diamètre. Pression de fonctionnement : 300 atmosphères.

La cage de la presse a 60 centimètres de hauteur X 25 centimètres de diamètre intérieur ; elle est formée de barres d'acier maintenues ensemble par un nombre suffisant de frettes d'acier sans soudure comme il a été dit ailleurs. Pendant la pression, la farine est retenue dans la cage par les barreaux, dont le joint ne laisse passer que l'huile. Au lieu de scourtins on n'emploie qu'une simple natte circulaire.

Les tourteaux sont extraits de la presse par la pression hydraulique ; ils en sortent à l'état fini et n'ont pas besoin d'être parés.

4° Un manomètre d'eau sous pression, complet avec tubes de jonction.

5° Une pompe de compression hydraulique, à action directe, avec cylindre en acier forgé, valves en acier et garnitures en bronze dur, complète avec soupapes de sûreté et la tuyauterie nécessaire.

6° Tout le mécanisme de commande nécessaire, consistant en arbres en acier poli, roues, poulies, supports, courroies de commande en cuir.

7° Une plate-forme de fondation, consistant en deux fortes poutres d'acier sur lesquelles est montée toute la machinerie, et dont une des extrémités forme réservoir d'huile pour la pompe hydraulique; le tout est complet avec boulons de fondation.

8° Enfin, un jeu d'étreindelles en laine, du fil pour les réparer, et un assortiment de cuirs emboutis.

Poids brut: environ 2.800 kilogrammes.

Lorsqu'on veut traiter, outre les petites graines, des noix de palme et de coprah, des graines de ricin et d'arachides, il faut ajouter aux appareils précédents ceux que nous allons énumérer :

Pour noix de palme et de coprah, les graines de ricin et d'arachides. — 1° Un jeu de cylindres concasseurs spéciaux, avec le mécanisme de commande nécessaire (poids brut approximatif: 255 kilogrammes); 2° une paire de meules en grès de 1 m. 07 de diamètre × 25 centimètres d'épaisseur, avec mécanisme de commande, pour le broyage des tourteaux comprimés provenant de la première pression (poids : 2.900 kilogrammes).

Pour les graines de ricin et d'arachides. — Ces graines sont broyées et pressées deux fois, soit non décortiquées, soit décortiquées. Si elles doivent être décortiquées, on a besoin d'un *décortiqueur-séparateur* qui sert à enlever la plus grande partie de la pellicule noire. Mais, cette machine n'est employée que lorsque l'huile est destinée à des emplois médicinaux (poids brut approximatif : 150 kilogrammes).

Enfin, lorsque l'huile d'arachides est destinée à l'alimentation humaine, on a besoin d'un décortiqueur-séparateur qui sert à enlever la plus grande partie de la pellicule rouge de l'amande (poids brut : 355 kilogrammes).

MOULIN ANGLO-AMÉRICAIN, DIT « UNIVERSEL » N° 2

La disposition générale des appareils est la même que pour le n° 1 que nous venons de décrire. Mais, comme la puissance

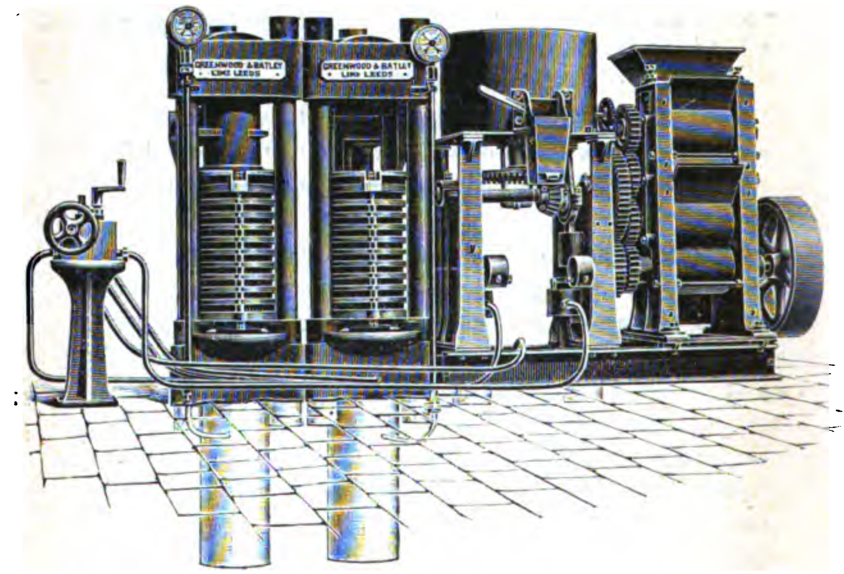


Fig. 48. — Moulin anglo-américain dit Universel (n° 2).

de travail de ce moulin est double, il comprend deux presses hydrauliques pouvant faire chacune 12 à 14 tourteaux, et deux pompes de compression hydraulique. Les autres appareils sont simplement agrandis d'environ un tiers.

Poids brut approximatif : 4.830 kilogrammes.

CHAPITRE V

Extraction de l'huile par les dissolvants.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES

Quelque énergique que soit la pression, elle est impuissante à extraire complètement l'huile des matières mises en œuvre. Celles-ci en retiennent toujours une certaine quantité par attraction superficielle, et avec une ténacité telle qu'aucune pression ne pourrait l'en enlever. Pour éviter la perte résultant de ce chef, on a donc cherché à extraire, au moyen des dissolvants, les 10 p. 100 environ d'huile restant dans les tourteaux après la seconde pression.

Le dissolvant le plus employé est le sulfure de carbone, découvert par Lampadius en 1796 et appliqué pour la première fois en 1856 par Millon et Ferrard à l'extraction du parfum des plantes, et par Deiss (en 1856) pour l'extraction des huiles. On a encore proposé d'autres dissolvants pour l'extraction des huiles et des corps gras : telles sont les huiles légères de pétrole (benzine, canadol), l'éther, etc.

Depuis cette époque, les procédés d'extraction des huiles par les dissolvants ont été considérablement perfectionnés et simplifiés. Nous allons entrer dans quelques détails sur ce sujet.

La première condition à remplir pour extraire l'huile par les dissolvants est une bonne installation des appareils diffuseurs.

Ceux-ci se composent de l'extracteur ou diffuseur propre-

ment dit, de l'appareil à distiller, du réfrigérant et d'un récipient à dissolvant.

Les graines doivent être au préalable finement divisées, récentes et séchées autant que possible, car l'humidité constitue un obstacle sérieux à ce mode d'épuisement, elle empêche les dissolvants de pénétrer dans les cellules oléifères, vu qu'ils ne se mélangent pas avec l'eau.

En second lieu, la durée du contact des matières avec le dissolvant doit être assez prolongé à une température convenable ; si cette durée est trop courte ou la température trop élevée ou trop basse, l'effet utile du dissolvant est diminué ou imparfaitement utilisé. Les dimensions de l'extracteur ne sont pas indifférentes pour la bonne marche de l'opération, car si la couche de matière y est trop épaisse, il sera difficile d'en chasser les dernières traces de dissolvant et les résidus perdront de leur valeur. Enfin les appareils doivent être parfaitement étanches pour éviter les épuisements incomplets et les pertes de dissolvant.

Dans l'extracteur se trouve placé un faux fond perforé sur lequel on place les matières, on y fait arriver le dissolvant par le haut ou par le bas, suivant sa densité ; car s'il est plus lourd que l'huile, la solution que formera l'huile avec le dissolvant sera plus légère que lui. Dans ce cas, il faudra injecter le dissolvant par le bas ; pourvu que le dissolvant soit injecté lentement et uniformément dans la matière, la solution huileuse surnagera le dissolvant et s'écoulera la première, puis suivra une couche de solution diluée et enfin du dissolvant non combiné ; si, par contre, le dissolvant est plus léger que l'huile, la solution d'huile et de dissolvant occupera la couche inférieure, de sorte que dans ce cas le dissolvant pourra être injecté par le haut.

L'extracteur doit, autant que possible, être muni d'une double enveloppe pour le chauffage par la vapeur ; il doit également porter une prise de vapeur directe, car ce n'est que par

une injection de vapeur qu'on arrivera à chasser des résidus les dernières traces de dissolvant.

L'appareil à distiller et le réfrigérant ne se distinguent pas sensiblement de l'alambic ordinaire : il doit être à injection de vapeur directe.

Le nombre des extracteurs ou diffuseurs brevetés est très considérable ; on trouve des appareils très simples et ce sont généralement ceux dont le fonctionnement est le plus sûr, et des appareils relativement compliqués.

Nous étudierons plus loin ceux qui paraissent présenter le plus d'intérêt.

LES DISSOLVANTS

Sulfure de carbone CS^2. — Le sulfure de carbone est, à l'état pur, un liquide incolore très réfringent, bouillant à 46° et ayant une densité de 1.292 à la température de 0° C. Il se solidifie à 116 et fond de nouveau à 110°. Si on le laisse évaporer rapidement, une partie de sa vapeur se précipite sous forme d'une masse analogue à la neige, et une partie du sulfure non encore évaporé se transforme en masses blanches de sulfure de carbone solide. L'humidité paraît jouer ici un certain rôle.

Le sulfure de carbone pur a une odeur éthérée très particulière. Ses vapeurs s'enflamment à 149° et brûlent avec une flamme bleue pour se transformer en acide carbonique et en anhydride sulfureux. Un mélange de vapeur de sulfure de carbone et d'oxygène (2 volumes de sulfure de carbone avec 2 volumes d'oxygène) s'enflamme et produit une explosion ; le même phénomène se produit, quoique avec moins d'intensité, pour le mélange d'un volume de sulfure de carbone, avec 15 volumes d'air.

Le sulfure de carbone liquide se décompose sous l'action des rayons solaires ; il prend alors la même odeur qu'il avait à l'état

brut, prend une coloration jaunâtre et précipite finalement une matière rouge brune qui n'est autre chose que du soufre. La décomposition est la suivante :

$$nCS^2 = (CS)n + nS.$$

Le soufre remis dans du sulfure de carbone non décomposé, s'y redissout tandis que le monosulfure polymère de carbone y est insoluble.

Ce produit se décompose sous l'action de la chaleur en soufre et en charbon. La vapeur du sulfure de carbone a une densité de 2.633 rapportée à celle de l'air qui = 1. Le sulfure de carbone est toxique, il tue les animaux inférieurs en très peu de temps ; sur les hommes qui le respirent pendant un certain temps, il produit des étourdissements, des nausées, des tiraillements dans les jambes et une faiblesse générale. Mais, d'un autre côté, le sulfure de carbone constitue un puissant antiseptique et préserve de la putréfaction la viande, les fruits, etc., qu'on y conserve.

Le sulfure de carbone est soluble dans l'eau : 1 litre à 15° en dissout 1 gr. 87. La solution aqueuse ainsi obtenue a une saveur d'abord douceâtre, puis brûlante, son odeur rappelle celle du chloroforme. Le sulfure de carbone est particulièrement soluble dans une solution de savon mélangée de pétrole (150 gr. de savon par litre) ; une solution de ce genre peut dissoudre, d'après Livache, jusqu'à 200 grammes de sulfure de carbone qui ne précipite pas si on dilue la solution par une addition d'eau.

Les solutions de sulfure de carbone sont fréquemment employées pour détruire les insectes, contre le phylloxéra et comme antiseptique.

Le sulfure de carbone constitue un excellent dissolvant pour le caoutchouc, les huiles, l'iode, le brome, le phosphore, le soufre et les résines.

Il existe à Catane (Sicile) une grande fabrique de sulfure de carbone (*L'Insulare*) pour la fabrication du sulfure employé

sur une grande échelle en Sicile et sur le continent pour l'extraction de l'huile des grignons d'olives (*olio al sulfuro*). Deux sociétés s'occupent de cette industrie. *L'Insulare* travaille d'après ce système et occupe 60 ouvriers. Cette affaire a été montée avec des capitaux anglais. (Foreign off. Ann., series n° 2.887.)

Benzine, éther de pétrole, canadol. — Le pétrole brut, tel qu'il sort des entrailles de la terre, est soumis à la distillation fractionnée et fournit alors différents produits. Leur fractionnement s'opère suivant l'ordre de leurs densités et de leurs points d'ébullition. En Pensylvanie, le premier produit recueilli à la distillation fractionnée est le C=naphte (éther de pétrole) ; le second le B—naphte (gazoline, canadol) ; le troisième est l'A—naphte (benzine).

Leurs densités à 15,5 sont :

C=naphte 80 B. = 0,6666
B—naphte 68 B. = 0,7070
A—naphte 64 B. = 0,7216

Les naphtes C et B sont généralement mélangées pour être mis dans le commerce ; entre 65 et 61 B. on recueille l'A—naphte et enfin, entre 61 et 42° B., on recueille le pétrole à brûler, qui est soumis à une nouvelle distillation fractionnée. On obtient alors quatre produits commerciaux différents : la gazoline, l'éther de pétrole, la benzine et la ligroïne.

La gazoline, identique avec la benzine de pétrole, a une densité de 0,6363 à 0,6666 et bout entre 40 et 60° C.

L'éther de pétrole a une densité de 0,6666 à 0,707 et bout entre 65 et 70° C.

La benzine du commerce a une densité allant de 0,707 à 0,721 et bout entre 80 et 100° C.

La ligroïne est la partie la moins volatile de l'A—naphtol.

Ces deux derniers produits sont peu volatils et, par suite, impropres à l'extraction des huiles.

Il convient de faire observer qu'il ne faut employer pour l'ex-

traction des huiles de graines que des dérivés de pétrole de composition simple. De cette manière, on peut récupérer le dissolvant avec une grande facilité, parce qu'on se trouve en présence de vapeurs ayant toutes le même point d'ébullition.

On peut également utiliser comme dissolvant la benzine extraite du goudron de houille ; elle dissout très bien les graisses, mais elle est d'un emploi plus rare par suite de son prix élevé. Son élément principal est le *benzol* ; si l'on soumet du goudron de houille à la distillation fractionnée, on obtient jusqu'à 110° un produit de tête qui contient des corps divers, puis à partir de 110° on recueille l'huile légère qui se compose de différents corps parmi lesquels domine le benzol qu'on en retire par une nouvelle distillation fractionnée.

Le *benzol pur* est un liquide incolore, très mobile, d'une odeur aromatique spéciale; il bout à 80°5 et se cristallise au froid. Il est très inflammable et brûle avec une flamme claire très fuligineuse.

Il est presque insoluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, etc. C'est un excellent dissolvant des huiles et autres corps gras. Densité : 0,888 à 15° C. Le benzol est excessivement toxique.

Ether, éther sulfurique. — L'éther est fabriqué avec un mélange de cinq parties d'alcool à 90° et neuf parties d'acide sulfurique concentré. Il constitue un liquide d'une grande mobilité. Il bout à 34°9, et a une densité de 0,702 à 15°8 ; mais il s'évapore rapidement à toute température. Sa vapeur a une densité de 2.581 par rapport à celle de l'air. Il est très inflammable et brûle avec une flamme blanche, brillante. Ses vapeurs, mélangées à l'air, constituent un mélange détonant. Il est soluble dans l'eau à 11° C. dans la proportion de 10 p. 100. Il est également très soluble dans l'alcool et les autres carbures liquides. Il constitue lui-même un excellent dissolvant des alcaloïdes, des résines, des graisses et des huiles.

Le chloroforme. — On l'obtient en chauffant une dissolution aqueuse de chlorure de chaux avec de l'alcool. Il constitue

un liquide incolore, très mobile, d'une odeur éthérée caractéristique et d'une saveur douce et brûlante. Il bout à 61° ; sa densité à 0°C est de 1,5266, celle de sa vapeur est de 4,23. Le chloroforme est presque insoluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool ou l'éther. Il constitue un bon dissolvant pour les huiles et les graisses et n'est pas inflammable ; il se prêterait donc fort bien à l'extraction des huiles, mais il est d'un prix trop élevé. D'un autre côté on n'ignore pas que c'est un puissant anesthésique, propriété qui exige certaines précautions dans sa manipulation et l'emploi d'appareils bien étanches.

L'acétone. — Ou l'extrait du vinaigre de bois. A l'état pur, l'acétone est un liquide incolore, mobile, d'une odeur éthérée et rafraîchissante, et d'une saveur brûlante. Il bout à 56°3 ; sa densité à 0° est 0,8144 et celle de ses vapeurs est de 2,002. L'acétone est inflammable ; il est soluble dans l'eau et constitue lui-même un dissolvant des matières grasses, huiles, résines, etc. Mais il est d'un prix trop élevé pour se prêter à l'extraction des huiles. D'ailleurs, comme sa solubilité dans l'eau donnerait lieu à des pertes importantes, elle constitue dès lors un obstacle à son emploi en huilerie.

Le tétrachlorure de carbone. — Le tétrachlorure de carbone, découvert par Regnault et Dumas, reçoit depuis quelque temps de nombreuses applications comme agent d'extraction, de dissolution et de cristallisation de substances organiques. On le fabrique en grandes quantités d'après le procédé A. W. V. Hoffmann.

Le produit commercial constitue un liquide incolore, lourd, bouillant entre 75 et 80°C. Il n'est pas toxique, au moins sous la forme diluée sous laquelle les ouvriers le respirent ; il est ininflammable, ce qui fait que dans beaucoup de fabriques on le préfère à l'éther, à la ligroïne et au bisulfure de carbone dont l'emploi présente du danger à cause de leur inflammabilité.

Appareils anciens

EXTRACTION DE L'HUILE AVEC LE SULFURE DE CARBONE

Le 13 novembre 1855, E. Deiss, à Paris, prit un brevet pour un nouveau procédé d'extraction du suif des os, ainsi que pour le dégraissage de la laine au moyen du *sulfure de carbone* ; le 3 décembre 1856, le même inventeur prit une addition à son brevet relatif à l'extraction de l'huile des graines oléagineuses également au moyen du sulfure de carbone. L'invention de Deiss ayant été copiée dans la plupart des pays, est la base véritable de ce mode de fabrication des huiles ; il a dès lors une certaine importance et mérite d'arrêter notre attention ; nous reproduisons donc à titre de document le texte de l'addition à son brevet.

Bien que, en principe, dit-il, l'emploi du sulfure de carbone pour l'extraction de tous les corps gras connus, en régénérant le sulfure de carbone pur, par la distillation ou par tout autre moyen, soit l'objet de mon brevet et que implicitement les nouvelles applications que j'ai trouvées aujourd'hui s'y trouvent comprises, je viens, néanmoins, afin d'éviter toute espèce d'équivoque, indiquer toutes les applications nouvelles découlant de l'invention mère. C'est ainsi qu'aujourd'hui on applique le sulfure de carbone pour le dégraissage des draps en laine, des laines filées, ainsi que des débourrages et déchets de laine.

En ce qui concerne les graines oléagineuses, j'applique la méthode de déplacement en sens contraire (de bas en haut), comme elle se pratique habituellement.

Voici comment j'opère :

Je remplis un cylindre en tôle de graines oléagineuses pilées ou cylindrées. Ce cylindre est en communication avec un réservoir de sulfure de carbone par un tube qui plonge jusqu'au fond de ce réservoir. Par la pression d'une colonne d'eau contenue dans un tube dépassant le cylindre de trois mètres, je fais monter le sulfure de carbone à travers la graisse, de bas en haut, de telle sorte que le sulfure poussant constamment l'huile devant lui, celle-ci arrive en haut du cylindre presque à l'état de pureté ;

Un tube pratiqué dans le cylindre sert d'écoulement à l'huile

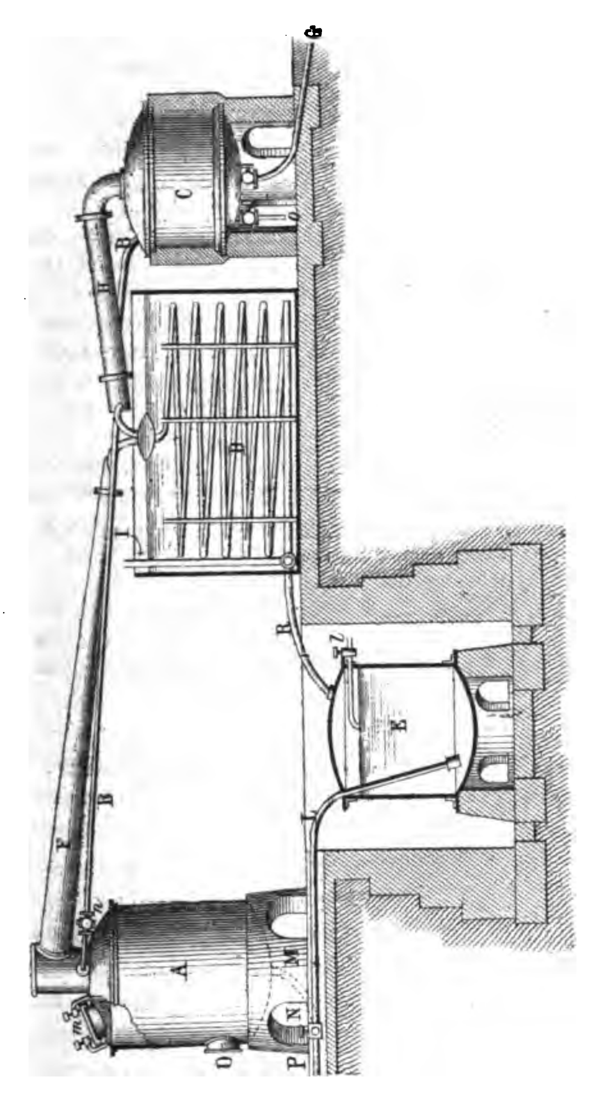


Fig. 49. — Appareil Deiss pour l'extraction des huiles par le sulfure de carbone.

d'abord, et à l'huile contenant du sulfure de carbone ensuite; je continue l'ascension du sulfure de carbone jusqu'à ce qu'il coule par en haut presque incolore; c'est à ce signe que je connais que les graines sont complètement épuisées.

La théorie de cette opération est des plus simples: la densité du sulfure de carbone est supérieure à tout mélange de sulfure de carbone et d'huile. Il est facile, d'après cela, de concevoir que le sulfure chassant l'huile devant lui, occupe la place de celle-ci.

L'épuisement des graines étant opéré, on laisse écouler le sulfure de carbone resté dans les graines; ne contenant plus d'huile, il sert à une nouvelle opération. Quant au sulfure retenu dans les graines, on chauffe le cylindre qui les contient par la vapeur, en plaçant ce cylindre dans une double enveloppe. A la partie supérieure du cylindre, on ajoute un couvercle portant un tube recourbé, mis en communication avec un réfrigérant; c'est par là que se dégage le sulfure de carbone contenu dans les graines. Cependant, il y reste toujours une certaine quantité de sulfure de carbone, que vainement on cherche à distiller par la chaleur; ce restant de sulfure de carbone, je l'aspire au moyen d'une machine pneumatique; quelquefois je me sers d'un courant d'air chaud.

En ce qui concerne l'huile contenant du sulfure de carbone, rien n'est plus facile que de les séparer. Pour cela, on distille, comme il a été dit dans le brevet principal; mais pour chasser les derniers atomes du sulfure contenus dans l'huile, on fait passer un courant d'air chaud.

Appareil Deiss. — Nous reproduisons (fig. 49), l'appareil de Deiss pour la diffusion de l'huile par le sulfure de carbone. A est le diffuseur; C est l'appareil à distiller dans lequel se rend le dissolvant gras par le tuyau B. D est le serpentin réfrigérant; E est le récipient de sulfure de carbone. On charge le diffuseur de matières oléagineuses par le trou d'homme *m*; elles tombent alors sur un faux-fond perforé et sont recouvertes de même d'un diaphragme perforé lorsque la couche est assez épaisse. On y fait alors rentrer le sulfure de carbone par le bas, venant de E par le tuyau LM. A cet effet, une pompe installée à côté du diffuseur et actionnée par une machine à vapeur, aspire continuellement le sulfure et l'envoie dans le diffuseur. Le sulfure monte à travers les graines contenues dans

le diffuseur et passe par le tuyau B pour se rendre dans l'alambic C; on continue ce travail jusqu'à ce qu'un échantillon prélevé en *n* soit parfaitement clair. A ce moment l'on ferme le robinet N établi sur le tuyau L ; on injecte de la vapeur d'eau par le tuyau PM dans l'appareil A, en fermant *n*, pour chasser le sulfure qui est encore retenu par la matière oléagineuse ; les vapeurs se rendent par le tuyau F dans un des serpentins D. La solution huileuse contenue en C est également dépouillée de son sulfure par le chauffage. A cet effet, l'appareil à distiller C contient un serpentin dans lequel on injecte de la vapeur en *o*; les vapeurs vont se condenser dans un des serpentins D en passant par le tuyau H. Le sulfure condensé en D retourne dans le récipient E par le tuyau R, tandis que l'huile restée en C est évacuée par le tuyau G. Cependant, avant d'évacuer l'huile, on y fait arriver un courant de vapeur directe qui entraine les dernières traces de sulfure. La matière épuisée en A est évacuée par le trou d'homme O. Au point où le tuyau R quitte le réfrigérant est branché sur lui un tube vertical I, ouvert à son extrémité supérieure par lequel se dégagent les gaz non condensables. En E se trouve en outre un petit tuyau de trop plein qui permet de faire écouler le trop plein ou éventuellement l'eau qui pourrait s'y rassembler.

Cet appareil de Deiss est beaucoup meilleur que son appareil primitif qui était un peu trop compliqué.

Deprat construisit également un appareil d'extraction par le sulfure de carbone; son appareil ne diffère pas de celui de Deiss ; seulement il fait entrer le dissolvant par le haut au lieu de le faire entrer par le bas. Cet appareil fut connu dès 1865 ; Deiss intenta un procès en contrefaçon ; il perdit non seulement son procès, mais encore le monopole de l'emploi du sulfure de carbone (1).

Appareil Seyferth. — En 1857, A. Seyferth, à Langensalza, prit à son tour un brevet pour l'extraclion des matières grasses

(1) Pour l'appareil Deprat, voir le *Moniteur scientifique*, 1865, p. 298.

et des huiles essentielles par le sulfure de carbone. L'appareil d'extraction était composé comme suit :

Cinq grands cylindres en tôle sont disposés en cercle à égale distance l'un de l'autre. Sur le fond inférieur de chacun est placé un faux-fond perforé sur lequel on charge la matière à épuiser. A hauteur du faux-fond se trouve un trou d'homme pour la vidange des matières, tandis qu'un autre trou d'homme pratiqué dans le couvercle convexe de chaque extracteur sert pour le chargement. Au-dessous de chaque faux-fond part un tuyau qui court extérieurement le long du cylindre et aboutit au cylindre suivant dont il traverse le couvercle. Dans le centre de chaque couvercle est adapté un petit chapiteau destiné à amener à un condenseur le sulfure qu'on chasse à la fin de l'extraction. Au-dessous de la batterie d'extracteurs se trouvent un récipient de sulfure dont la capacité est double de celle d'un des extracteurs, un condenseur et deux alambics munis de chauffage par la vapeur. Dans un étage supérieur de la fabrique se trouve encore un grand réservoir à sulfure et un réservoir d'eau. Le fonctionnement de la batterie est le suivant :

Les graines oléagineuses broyées sont versées à même sur les faux-fonds des trois cylindres consécutifs et recouvertes de diaphragmes perforés. On ferme les trous d'homme et lute les joints. Du réservoir en charge on fait arriver du sulfure dans le premier cylindre de la batterie. Au bout de quinze minutes, on fait passer le sulfure du premier cylindre dans le second, et on le remplace dans le premier par du sulfure venant du réservoir. Au bout d'un autre quart d'heure, on fait passer le sulfure du second cylindre dans le troisième, celui du premier dans le deuxième, tandis que dans le premier on fait arriver du sulfure nouveau. Au bout de quinze autres minutes, on fait passer le sulfure saturé du troisième cylindre dans un des deux alambics, le sulfure du premier cylindre dans le réservoir à sulfure situé à un niveau plus bas, tandis que le dissolvant gras du deuxième cylindre se rend dans le troisième et est remplacé lui-même par du dissolvant venant du réservoir.

Pendant ce temps, on a chargé les cylindres 4 et 5, de sorte qu'on travaille maintenant avec les nos 2, 3 et 4, plus tard avec les nos 3, 4 et 5. Dans le cylindre no 1 (où l'huile est complètement extraite) on fait venir de l'eau du bac en charge, et au bout de cinq minutes on la fait écouler dans le réservoir inférieur de sulfure. Finalement on chasse les derniers restes de sulfure de l'extracteur no 1 au moyen de la vapeur d'eau. et l'on condense les vapeurs dans le serpentin. Dans le réservoir inférieur l'eau se sépare du sulfure ; on envoie l'eau dans le réservoir supérieur, le sulfure dans le réservoir à sulfure. La solution huileuse qu'on a dirigée dans l'alambic est soumise à la distillation avec chauffage modéré, les vapeurs sulfureuses qui se dégagent de l'alambic sont condensées et l'huile restant comme résidu dans l'alambic est évacuée dans un bac collecteur. Pendant ce temps, le second alambic est chargé à son tour de solution huileuse. Si l'huile extraite doit être employée dans l'alimentation, elle est, en outre, traitée avec 1/10e de son volume d'alcool pour la débarrasser des dernières traces de sulfure. L'huile et l'alcool se séparent ensuite en deux couches dans un bac de décantation. Le même alcool, étant récupéré, sert de nouveau pour une autre opération, et finalement on le distille sur la chaux. Les huiles qui ne doivent pas servir à l'alimentation sont simplement épurées avec des matières alcalines. Les résidus de l'huilerie ont besoin d'être desséchés.

D'après Bornemann, l'appareil de Seyferth aurait donné de bons résultats et réduit au minimum la perte du dissolvant. Dans les locaux où était installé ce procédé, on ne percevait aucune odeur de sulfure de carbone, et les ouvriers ne furent jamais indisposés par l'atmosphère des ateliers. Ce procédé fut d'abord appliqué à la graine de navette, qui rendit de 42 à 48 p. 100 d'huile. Pour l'extraction, on employait en sulfure de carbone environ 1/6 du volume de l'huile. Le dissolvant était d'ailleurs facile à séparer de l'huile et celle-ci était parfaitement exempte d'odeur de sulfure. L'huile ainsi obtenue a été

trouvée meilleure pour le graissage que l'huile d'olive ordinairement employée.

D'un autre côté, les résidus étaient exempts d'huile et de sulfure de carbone et possédaient, à l'état légèrement humide, une agréable odeur de pain qui disparut dans la dessication.

Sa composition était la suivante :

	Résidus humides	Résidus secs
	—	—
Eau	22,4	»
Matières protéiques	30,4	37,8
Hydrates de carbone	40,9	54,1
Cendres	6,3	8,1
	100,0	100,0

Ces résidus durent être séchés pour éviter la moisissure ; ils furent vendus sous forme de farine. Les essais d'alimentation du bétail furent très satisfaisants.

Le prix du sulfure de carbone du commerce est de 0 fr. 79 à 0 fr. 85 par kilog. et coûte un peu moins à la fabrique de Moabit, qui le prépare elle-même pour ses besoins. L'huile obtenue est ensuite décolorée et vendue comme huile d'éclairage.

En la soumettant à un procédé chimique, on peut l'amener à l'état d'huile de première qualité pour le graissage des machines ; elle présente l'avantage d'être et de rester très fluide. On fabrique aussi une autre huile qui commence à figer à une température très basse et qui convient particulièrement pour le graissage des essieux de chemin de fer.

Quatre grands bassins en fer forgé de 7 m² 416 chacun suffisent pour rassembler de grandes quantités d'huile. Une machine à vapeur de 12 chevaux, à deux chaudières, avec une pression de deux atmosphères, donne toute la puissance et toute la vapeur nécessaires pour les opérations, les transports, etc. La fabrication de 2.570 kilog. d'huile par jour n'exige que le travail de six hommes et, d'après des analyses

faites avec soin, les résidus ne conserveraient plus que 2,70 d'huile et 7 p. 100 d'eau, tandis que dans les produits ordinaires obtenus par le procédé de la presse, on trouve encore 9 p. 100 d'huile et 15 p. 100 d'eau.

Appareil Moussu. — Payen (1) décrit un appareil pour l'extraction au moyen du sulfure de carbone, inventé par

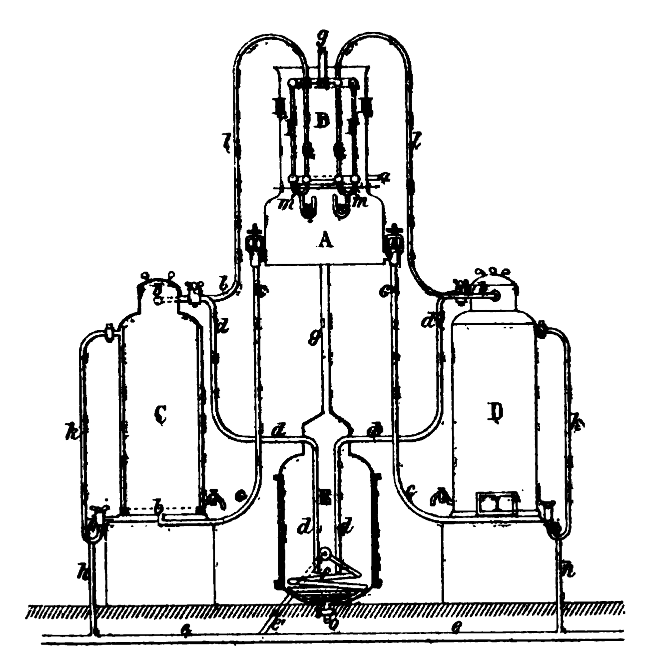


Fig. 50. — Appareil Moussu.

Moussu. Cet appareil, quoique non destiné exclusivement à l'extraction des huiles et corps gras, ne diffère de celui de Deiss que par sa disposition (fig. 49).

A est le réservoir à sulfure, B le condenseur, C et D sont les extracteurs et E l'appareil à distiller. L'installation comprend en outre, une chaudière à vapeur et une pompe à air. Le con-

(1) *Chimie industrielle*, 1859, t. I, p. 134.

denseur se compose de deux cylindres doubles concentriques F et G. disposés dans le cylindre H, dans lequel entre de l'eau froide en *a*. Les extracteurs sont à double paroi et munis de faux-fonds *b*, sur lesquels on charge les graines, et on y fait arriver le sulfure de carbone par *c*. Les extracteurs étant suffisamment alimentés de sulfure, et celui-ci étant saturé d'huile on dirige la solution grasse dans l'appareil à distiller E par le tuyau *d*. On injecte de la vapeur dans le serpentin *f* par *eé*. 100 kilog. de vapeur suffisent pour distiller 771 kilog. de sulfure de carbone. Les vapeurs du dissolvant s'élèvent par *g* et se rendent dans l'intérieur du cylindre à double paroi *h*, où elles se condensent. En même temps, on a injecté par *hi* de la vapeur sous les faux-fonds de C et D d'une part et, d'autre part, par *hk* dans les doubles parois des extracteurs. Les vapeurs de sulfure formées dans ces derniers se rendent par *l* dans l'intérieur du double cylindre G du condenseur. F et G communiquent ensemble par les tubes recourbés *m n*, *n* étant disposé de manière à former une fermeture hydraulique. Pour condenser 100 kilog. de vapeurs de sulfure, il faut 450 litres d'eau à une température inférieure à 15° C. Le sulfure condensé se rend en A par *n*. Enfin, il est avantageux, quoique non indispensable, de munir les extracteurs et les cylindres condenseurs d'une pompe à air pour l'évacuation des derniers restes de sulfure. La matière épuisée est évacuée par I ; elle est humide par suite de l'entrée de vapeur directe par *hi* dans les extracteurs. A et E sont munis de niveaux d'eau qui indiquent la hauteur du liquide. Finalement, l'huile est évacuée par *o*.

Appareil Bonnière, Deprat et Pignot. — Enfin, Bonnière, Deprat et Pignol publièrent, en 1863, un rapport sur l'extraction de l'huile des grignons d'olives au moyen du sulfure de carbone. A cet effet, ils se servent d'un appareil à déplacement, et font passer par les résidus un courant de sulfure de carbone liquide, puis un courant de vapeur. La solution huileuse est ensuite soumise à la distillation dans un appareil spécial dont voici une description sommaire (fig. 51).

A est la cucurbite munie d'une double enveloppe B et contenant un serpentin de vapeur S. On fait arriver la solution huileuse par C, puis on fait fonctionner l'agitateur D (par l'arbre E, le presse-étoupes F et la manivelle G). L'agitation pro-

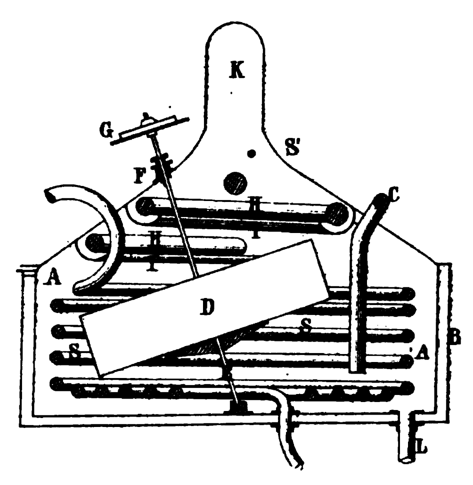


Fig. 51. — Appareil Bonnière, Deprat et Pignol.

duite dans la solution produit une vaporisation rapide et complète du sulfure, par suite de la répartition uniforme de la chaleur amenée par le serpentin. Les vapeurs de sulfure se dégagent par le col KS' et se rendent au condenseur par un col de cygne. Lorsque la distillation est terminée, il reste encore des vapeurs sulfurées dans l'alambic. Elles sont condensées par le serpentin H, installé dans le haut de l'appareil, et dans lequel on fait circuler de l'eau froide. Sous le serpentin H, et rivée au couvercle S', est la gouttière I, qui recueille le sulfure condensé. Les vapeurs condensées sur les parois du chapiteau se rendent également dans la gouttière, qui communique avec l'extérieur de l'appareil pour l'écoulement du sulfure. Le tuyau L permet de faire écouler l'huile qui reste dans l'alambic.

Mentionnons encore un appareil de Moisan pour le dégraissage de la laine par le sulfure de carbone, qui repose sur le même-principe que l'appareil de Deiss et se prête également pour l'extraction de l'huile.

Pour chasser le sulfure de carbone retenu par la laine, Moisan n'emploie pas la vapeur qui détériorerait la laine, mais de l'air chauffé à 70-80° C. Cet air est aspiré par une pompe du réservoir de sulfure hermétiquement clos et chassé dans l'appareil d'extraction ; de celui-ci, il se rend dans un serpentin réfrigérant, d'où il retourne au réservoir de sulfure. De cette façon, on travaille toujours avec la même quantité d'air et l'on évite ainsi la perte de sulfure qui résulterait du renouvellement de l'air. Le chauffage de l'air se fait d'une manière très simple : le tuyau d'air, un peu avant de pénétrer dans l'extracteur, est entouré d'un manchon assez large, dans lequel on injecte de la vapeur. La matière épuisée est absolument sèche au moment de son évacuation.

Application du sulfure de carbone à l'extraction de l'huile des grignons d'olives.

Le procédé d'extraction par le sulfure de carbone, paraît avoir reçu de nombreuses applicatios, surtout pour l'extraction de l'huile des grignons d'olives (Santa). Ce fut Deiss lui-même, qui appliqua d'abord son procédé à Marseille pour l'épuisement des résidus de l'huilerie d'olives ; de là, le procédé s'est peu à peu répandu dans presque toute l'Italie. A cet effet, et jusqu'en 1878, L. Sarlin et Cie, à Bari, fabriquaient annuellement environ 200.000 kilogrammes de sulfure de carbone. La même année, on installa également à Corfou une huilerie pour le traitement des grignons d'olives d'après ce procédé. Le sulfure de carbone extrait également la chlorophylle verte et la graisse solide des grignons, ce qui fait que l'huile ainsi obtenue est généralement verte et de consistance butyreuse.

H. Roth a publié des renseignements très complets sur cet important sujet (1).

Nous en extrayons les données suivantes :

Les grignons contiennent de 9 à 12 p. 100 d'huile. On les sèche d'abord ; à cet effet, on les expose au soleil, sur une aire en maçonnerie, en une couche de 15 centimètres et l'on a soin de les pelleter de temps en temps. On emploie parfois aussi des séchoirs mécaniques chauffés par la vapeur : ils consistent en canaux chauffés par la vapeur d'échappement et un peu de vapeur directe, et dans lesquels des appareils mécaniques effectuent un pelletage incessant tout en poussant les grignons en avant, de telle sorte que ceux-ci sont toujours en contact avec les parois chauffées du canal. Les grignons séchés sont mis dans des sacs dont chacun représente le chargement d'un extracteur. Les extracteurs peuvent recevoir ensemble 3.000 à 3.750 kilogrammes de grignons et ont la forme représentée figure 52. Ce sont des cylindres en tôle supportés par des pieds de fonte. Le fond est soudé au cylindre et porte en son milieu inférieur une pièce en fonte en T, sur laquelle sont fixés les robinets *d* et *e*, de même que le robinet à deux eaux *a*. On introduit le sulfure en *b*, la vapeur en *c* ; *d* sert pour l'évacuation des eaux de condensation, *e* relie l'extracteur au suivant. Sur le fond est posé, soutenu par les coins *g*, le fond perforé *f* recouvert d'une toile à sacs, sur lequel on charge les grignons qu'on introduit par le couvercle *p* manœuvré au moyen d'une chaîne à contrepoids. Au-dessus des grignons, et à 2 m. 25 au-dessus du faux-fond *f*, on pose le faux-fond mobile *k*, soutenu également par des coins et recouvert de toile.

Le bord supérieur de l'extracteur est à 14 centimètres au-dessus de *k* ; le couvercle, une fois mis en place, est soigneusement luté et fixé au moyen de vis *q* distantes de 10 centimètres. Du milieu de *k* part un tuyau d'écoulement *l*, muni à sa partie supérieure d'une pomme d'arrosoir *i* et à la paroi du cylindre

(1) Praktische Maschinenconstructeur, 1880, p. 225.

d'une fermeture à baïonnette qui permet de le retirer facilement au moment de la vidange de l'extracteur. En outre, ce dernier est muni, à la hauteur de *K*, d'un petit réservoir cylindrique qui relie l'extracteur à la soupape *n* et le tuyau *z* pour le départ du sulfure de carbone. La soupape *n* peut être manœu-

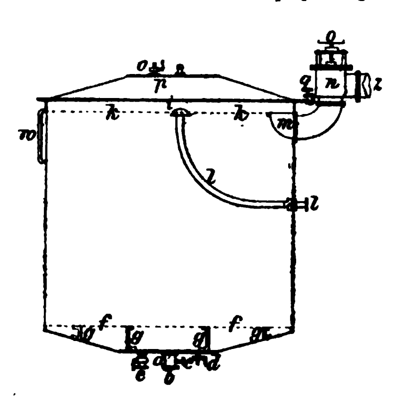


Fig. 52. — Appareil à sulfure pour l'extraction de l'huile des grignons d'olive.

vrée très aisément au moyen de la manivelle *o*. Un niveau d'eau *w*, muni d'une prise d'essai complète l'appareil.

Lorsque l'extracteur est chargé, fermé et luté, on introduit lentement le sulfure par le bas de l'appareil, en *b*, de manière à ce qu'il arrive au niveau de *k* au bout de deux heures. Le dissolvant pénétrant ainsi dans la matière sans brusquerie. l'épuise d'nne manière parfaite. La solution saturée d'huile (miscella) s'écoule par *l* dans l'appareil à distiller. Lorsque le chargement de celui-ci atteint 2.000 à 2.500 kilogrammes, on ferme l'arrivée de sulfure en *b* et commence la distillation. Au bout d'un certain temps, l'alambic se sera en partie déchargé par la distillation ; à ce moment on rouvre le robinet *b* qui rétablit la circulation du sulfure vers l'extracteur : on la maintient jusqu'à ce qu'un échantillon de liquide prélevé en *w* indique que l'extraction est terminée. L'extraction exige généralement trois *lavages* de ce genre, à 2.000 kilogrammes de sulfure cha-

cun ; la solution saturée contient 6 parties d'huile sur 160 parties de sulfure de carbone. Lorsque le sulfure du dernier lavage a été déchargé dans l'appareil à distiller, et que par conséquent l'extracteur est rempli de sulfure, on achève la distillation du contenu de l'alambic, opération qui exige généralement de 6 à

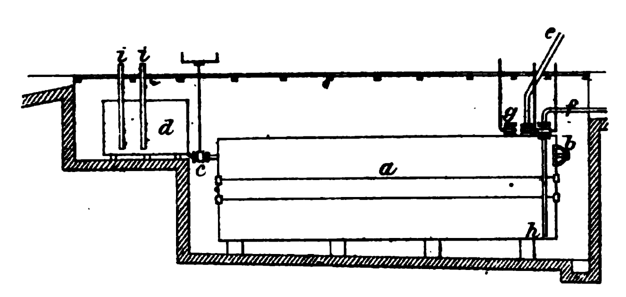


Fig. 53. — Cuve à sulfure.

7 heures. Pendant ce temps, le premier extracteur est relié avec un second, nouvellement chargé, dans lequel on fait affluer la moitié du sulfure contenu dans le premier. L'autre moitié qui est restée dans ce dernier, est refoulée par *b* dans le réservoir à sulfure. Finalement on ferme tous les robinets de l'extracteur, excepté le robinet d'arrivée de vapeur *c* et la soupape *n*, de sorte que les vapeurs se rendent par *z* dans un réfrigérant. On injecte de la vapeur dans les grignons jusqu'à ce qu'ils soient débarrassés des dernières traces de sulfure ; à ce moment on laisse partir la vapeur en excès par le robinet *v* et l'eau de condensation par *d*. On enlève alors le couvercle de l'extracteur, le diaphragme *k* et le tuyau *l*, puis deux ouvriers déchargent les grignons épuisés.

La *cuve à sulfure a* est représentée par la figure 53. Elle est reliée à un réservoir de secours *d*. Les deux réservoirs sont fixés dans un bassin en maçonnerie bien cimenté, et noyé constamment dans l'eau pour éviter toute évaporation. La cuve *a* est un cylindre en tôle soudée, et muni de deux trous d'homme *b* ; elle est reliée avec le réservoir *d* par le tuyau *c*.

Si la distillation se fait en même temps que le lavage de l'extracteur, *d* doit être fermé. *e* est un tuyau d'eau muni d'un robinet, il débouche dans un réservoir d'eau situé à 6 mètres au-dessus du sol. Lorsque *e* est ouvert, l'eau qui afflue dans la

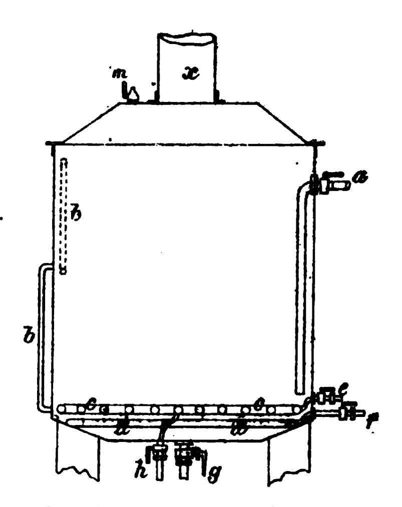


Fig. 54. — Appareil à distiller.

cuve chasse le sulfure par *h* et *f* dans l'extracteur ; le tuyau *f* porte plusieurs branchements correspondant aux divers extracteurs et court dans un caniveau, noyé dans l'eau. Si *d* est ouvert, le sulfure de carbone coule dans la cuve et chasse l'eau de *a* par *g*. Le sulfure condensé dans les réfrigérants se rend dans le réservoir *d* par les tuyaux *t*.

L'appareil à distiller (fig. 54) est un cylindre muni d'un fond soudé et d'un couvercle boulonné. De ce dernier part un col de cygne *x* pour le dégagement des vapeurs de sulfure. On y introduit la solution grasse par *a*, dont on contrôle le niveau au moyen de deux tubes niveau *d*. Sur le fond sont disposés deux serpentins en spirale, *c* étant fermé, *d* muni de petits trous au nombre de 200. On fait d'abord arriver de la vapeur par *e* dans le serpentin fermé, qui est long de 30 mètres et a une section

de 60 millimètres, il a par conséquent, une surface totale de 5,64 mètres carrés et peut vaporiser en une heure 1.500 à 1.760 kilogrammes de sulfure. On chasse les dernières traces de sulfure de l'huile en laissant *f* ouvert et injectant de la vapeur directe. *h* sert pour évacuer la vapeur de *c* et *g* pour évacuer l'huile. Lorsque la distillation est achevée, on ferme *e* et *f*, et on ouvre *g* et le robinet d'air *m*.



Fig.55 et 56. — Serpentin.

Un mot sur le *serpentin* (fig. 55 et 56). — Dans le tronçon *a* aboutissent les tubes d'entrée de vapeur ; du même tronçon partent 6 tubes longs de 5 mètres qui communiquent aux 6 autres tubes semblables avec lesquels ils sont reliés par les coudes *b* et aboutissent au tronçon *c*. De la même manière *c* est relié avec *d* et *d* avec *e*; enfin de *e* part le tuyau qui conduit le sulfure condensé au réservoir de secours. Les tubes du serpentin possèdent une surface de condensation de 36 mètres carrés et peuvent condenser 3.000 kilogrammes de sulfure à l'heure avec une dépense de 55 litres d'eau à 15°C par minute. Ces tubes sont enfermés dans un bac dans lequel l'eau entre par le bas, tandis que l'eau chaude s'écoule par le haut. Au tube le plus bas se trouve fixé en *n* un tuyau de plomb qui débouche dans une boite en plomb située à la partie supérieure et est recouverte d'eau; ce dispositif sert à condenser et recueillir les dernières traces de sulfure. La boite en plomb est fermée ; par son couvercle passe un tube qui permet à l'air des appareils de se dégager au début de l'opération, et d'y rentrer à la fin, lors-tout le liquide est évacué.

Dans une exploitation de ce genre, la fabrication doit être

ininterrompue ; par conséquent, elle exige un personnel de jour et de nuit. Pour un travail journalier de 15.000 kilogrammes de grignons, il faut : 1 machiniste avec 1 aide, 1 chauffeur, 8 journaliers et 2 gamins, soit, pour le travail de jour et de nuit, deux équipes formant un total de 22 hommes et 4 gamins. Pour le même travail de 15.000 kilogrammes de grignons par 24 heures, les dimensions des appareils sont les suivantes :

Extracteur. — L'installation comporte deux extracteurs, chacun d'une capacité de 7.500 kilogrammes, c'est-à-dire que l'espace compris entre les deux fonds perforés doit contenir cette quantité. Les grignons secs ont une densité de 0,6 ; par conséquent 7.500 kilogrammes $= \frac{7.500}{0,6} = 125$ hectolitres ou 12 m³. 5. Pour la vidange à la pelle, la hauteur la plus commode est celle de 2 m. 25. On emploie donc un cylindre de 2 m. 25 de haut et de 2 m. 60 de diamètre en tenant compte de ce fait que le fond et le couvercle sont coniques, nous aurons de ce chef une différence en plus d'environ $0,14 + 0,16 = 0$ m. 30 dans la hauteur. Tôle du cylindre 88 millimètres ; tôle du fond et du couvercle 10 millimètres.

Cuve à sulfure et réservoir de secours. — 15.000 kilogrammes de grignons exigent au maximum 20.000 kilogrammes de sulfure. La densité de celui-ci étant de 1,26, les 20.000 kilogrammes auront un volume de $\frac{20.000}{1,26} = 158$ hectolitres ou 15 m³. 8. Il faut ajouter 2 p. 100 d'eau $= 0$ m³. 316, ce qui fait un volume total de 16 m³. 116. Longueur de la cuve 6 mètres, soit pour celle-ci un diamètre de 1 m. 85.

Epaisseur des parois : on se basera sur une pression intérieure maximum de 3 atmosphères. Le réservoir de secours sera rectangulaire et construit pour recevoir le sulfure nécessaire au traitement de 4.000 kilogrammes de grignons, soit 5.400 kilogrammes de sulfure.

Appareil à distiller. — Comme la solution huileuse mousse fortement dans l'appareil, on donne à celui-ci une capacité double de la quantité correspondante à une charge. Si donc il doit être chargé de 4.000 kilogrammes au maximum, il doit pouvoir en contenir 8.000 kilogrammes. La densité de la solution huileuse étant de 1,16 à 1,12, le volume de 4.000 kilogrammes sera de $\frac{4.000}{1,16}$ et la capacité

de l'appareil à distiller sera égale à $2 \times \frac{4.000}{1,16} = 6$ m³. 9. Le diamètre et la hauteur seront proportionnels aux dimensions ordinaires de la tôle. On prendra 8 millimètres pour le cylindre et 10 millimètres pour le fond et le couvercle. Hauteur du col de cygne : 1 mètre au maximum.

Section des tuyaux. — La soupape en *n* a un diamètre de 300 millimètres. Diamètre du col de cygne = 400 millimètres, serpentin réfrigérant = 300 millimètres. Diamètre du serpentin de chauffage de l'appareil à distiller = 60 millimètres.

E. F. Richter donne les indications suivantes sur trois fabriques installées par lui pour l'extraction des huiles par le sulfure de carbone (1).

Dans ces fabriques on travaille 2 à 4 mètres cubes de graines par 12 heures. On obtient environ 30 kilogrammes d'huile de plus qu'avec les presses. En outre. l'huile obtenue a un pouvoir éclairant plus élevé que l'huile pressée, Les résidus renferment moins d'huile et moins d'eau que les tourteaux et par suite se conservent mieux. L'alimentation du bétail avec les résidus pulvérulents a donné les mêmes résultats qu'avec les tourteaux ; ils ont été vendus au même prix que ces derniers. Voici, du reste, quelques chiffres.

1.000 kilogrammes de colza donnent, par une double pression. 306 kilogrammes de tourteaux à 9,5, à 10,5 p. 100 d'huile, soit, dans ces tourteaux, 30 kilogrammes d'huile.

1.000 kilogrammes de colza donnent avec le sulfure de carbone 264 kilogrammes de résidus pulvérulents à 2,5, 3 p. 100 d'huile, soit, dans ces résidus, 7 kilogrammes d'huile.

Si l'on suppose les 100 kilogrammes d'huile à 90 francs et 100 kilogrammes de tourteaux = 100 kilogrammes de résidus pulvérulents à 10 francs, on aura, par le calcul, les frais de fabrication suivants :

Pour 1.000 kilogr. de colza une dépense de 25 fr. par les presses.
Pour 1.000 kilogr. — — 28 fr. 75 par les dissolvants.

(1) *Deutsche Industrie Ztg.*, 866, p. 272.

Les 306 kilogrammes de résidus obtenus par la pression de 1.000 kilogrammes de colza valent 30 fr. 60, tandis que par le sulfure de carbone, on n'obtient que 264 kilogrammes de résidus valant 26 fr. 40. Mais, les frais de fabrication par le sulfure sont plus élevés de 4 fr. 15, et les recettes du chef des résidus plus faibles de 4 fr. 18 ; ce qui fait une différence de 8 fr. 35. Par contre, on ne perd par le sulfure que 7 kilog. 30 d'huile, tandis qu'on en perd 30 par les presses, ce qui fait une différence de rendement de 22 kilog. 70 d'une valeur de 20 fr. 70, soit une différence de bénéfice en faveur du procédé par le sulfure de 20,50 — 8,35 = 12 fr. 15 par 1.000 kilogrammes de colza.

Les résidus avaient la composition suivante :

	Tourteaux de presse	Résidus pulvérulents obtenus avec le sulfure de carbone.
Eau	15	7,26
Matière azotée	28,0 (az. 4,18)	33,12 (az. [illegible])
Matières extractives non azotées	24,3	36,56
Huile	9,5	2,02
Fibres	15,8	12,84
Cendres	7,4	8,20
	100,0	100,00

L'huile obtenue par le sulfure de carbone était exempte de mucilage, brûlait avec une flamme plus blanche et dans la proportion de 4 p. 100 moins vite que l'huile pressée. Le pouvoir éclairant de l'huile obtenue par le dissolvant est plus élevé. L'huile obtenue par le dissolvant renferme plus de graisse solide que celle des presses ; elle accuse 1 p. 100 de plus de matière grasse que celle des presses.

L. Wittmack s'exprime dans un sens analogue. Il fait remarquer que, avec un travail soigné, on peut obtenir des résidus absolument exempts de sulfure, et que les résidus de palme notamment, épuisés par ce dissolvant, sont très recherchés pour l'alimentation du bétail (1). Ce n'est qu'au point de vue

(1) *Dingler's Polyt. Journ.*, 1878, p. 167.

de la teneur en huile que les résidus d'extraction sont inférieurs à ceux obtenus par la pression. Bien que la teneur plus ou moins élevée des résidus en matière grasse ne puisse guère influer sur leur bonne digestion, il est cependant hors de doute qu'elle augmente leur valeur nutritive. C'est pourquoi les résidus d'extraction ne sont pas aussi recherchés que ceux obtenus par pression ; c'est peut-être là une des raisons pour lesquelles le procédé d'extraction n'est pas aussi répandu qu'il le devrait, par suite même de la grande différence des frais d'installation. Cependant, il y a un moyen bien simple de donner aux résidus d'extraction une valeur alimentaire égale à celle des tourteaux de presse : il suffit de ne pas les dégraisser complètement. Et de fait, beaucoup de fabriques ont modifié l'extraction dans ce sens, en renonçant à l'extraction complète de l'huile, mais en augmentant en même temps considérablement leur productivité. C. O. Heyl, propriétaire de l'huilerie de Martinikenfeld, près Berlin, affirme que par un travail de 24 heures, on peut extraire 12,5 tonnes d'huile de noix de palme et obtenir 15 tonnes de résidus en poudre, soit 4 fois plus qu'auparavant ; la farine de palme, au lieu de 3 à 4 p. 100 d'huile, en contient maintenant 8 à 12 p. 100, suivant la demande des acheteurs. Cette teneur en huile est sensiblement la même que celle des tourteaux de presse ; mais en même temps la farine de palme contient 2 à 3 p. 100 de matières protéiques et 2,5 à 4,5 p. 100 d'hydrates de carbone et 3 p. 100 de fibres brutes, par conséquent plus que les tourteaux.

L'EXTRACTION DES HUILES PAR LES PÉTROLES LÉGERS

On extrait également les huiles par les produits volatils de la distillation du pétrole, notamment en Amérique, où ce procédé est appliqué sur une grande échelle. Les dissolvants de ce genre les plus employés sont la gazoline et la benzine de pétrole à point d'ébullition peu élevé.

L'emploi de ces dissolvants n'est pas nouveau. Deiss, dans ses brevets l'avait déjà revendiqué, tout en expliquant les raisons qui l'ont guidé pour donner la préférence au sulfure de carbone. Ce dissolvant semble un peu en défaveur actuellement, et ce sont les pétroles légers qui, à tort ou à raison, l'ont supplanté dans les huileries qui appliquent l'extraction ou, comme on dit aujourd'hui, la *diffusion*.

Quoiqu'il en soit, dès 1864, les Anglais Richardson, Irvine et Lundy prirent en France un brevet pour l'extraction des huiles au moyen d'hydrocarbures (1) extraits du pétrole et entrant en ébullition à une température de 100°. Les inventeurs ne donnent pas la description de leurs appareils ; ils se contentent de dire qu'ils se servent d'extracteurs hermétiquement clos, munis d'un système de chauffage et d'appareils à distiller chauffés par des serpentins à vapeur. Les graines (de coton, de lin, de navette, de colza) sont soumises à une triple extraction et la dissolution huileuse est ensuite distillée.

En 1866, H. Hirzel traita la même question (2) et affirma qu'il était possible d'extraire les graisses et les huiles au moyen de la benzine de pétrole bien rectifiée et bouillant à basse température. Mais, à l'époque, ce procédé n'avait pas encore franchi le seuil du laboratoire. D'ailleurs, il ne se distingue guère du procédé d'extraction par le sulfure que par certains avantuges : la benzine possède une odeur faible, plutôt agréable, est moins dangereuse que le sulfure et n'expose pas à une pression exagérée dans les appareils. D'un autre côté, cependant, elle revient plus cher que le sulfure de carbone et donne lieu à une égale perte de fabrication. Dans la suite, Hirzel a perfectionné son procédé, que nous décrirons plus loin.

Dans la même année 1866, H. Vohl proposa, pour l'extraction des matières grasses, l'emploi d'un nouveau dissolvant, qu'il appelait *canadol*. Il avait remarqué les inconvénients que

(1) *Dingler's Polytechn. Journal*, 1864, p. 165.
(2) *Jahrb. der Erfindungen*, 1866, p. 277.

présente le sulfure de carbone et s'était dès lors efforcé de trouver d'autres dissolvants. D'après cet inventeur, un bon dissolvant doit réunir les qualités suivantes : 1° il doit être facilement et complètement volatil ; 2° il ne doit pas se décomposer, tout au moins ne pas donner lieu à la formation de substances nuisibles, solubles dans l'eau ; 3° il ne doit pas dissoudre les éléments autres que les huiles, lorsque ceux-ci nuisent à la qualité de l'huile ; 4° il doit être bon marché et d'une facile acquisition. Or, le canadol remplit parfaitement toutes ces conditions. Par ce nom, Vohl désigne un produit très volatil, extrait du pétrole du Canada ou de Pensylvanie. Sa densité est de 0,65 à 0,70 à la température de 12° C. Il bout à 60°, se volatilise complètement, possède une odeur éthérée agréable, et sa réaction est neutre. L'essentiel, cependant est qu'il ne contienne pas de soufre. Si l'essai qualitatif (au moyen de potasse) indique la présence de soufre, il faut l'épurer avec du bichromate de potasse et de l'acide sulfurique, ou encore du manganèse et de l'acide sulfurique.

Le Canadol, identique avec certaines sortes d'éther de pétrole ou de benzine de pétrole, avec la gazoline, possède la propriété précieuse de dissoudre facilement toutes les graisses et les huiles, et de ne pas dissoudre les huiles oxydées, résinifiées ou séchées, les résines et gommes-résines, l'amygdaline, la sinapine (dans les graines de crucifères). Il se distingue par là essentiellement du sulfure de carbone qui, d'après Vohl, dissout facilement les matières résineuses. Cet inventeur a obtenu les résultats suivants :

	Huile claire (kilog.)	
Par 100 kilog. de graines	Par pression.	Extraction par le canadol.
Colza de printemps	30	36-40
Navette d'hiver	33	39-42
Colza d'hiver	39	45-50

Le rendement par l'extraction est donc beaucoup plus considérable. L'huile obtenue est jaune d'or, presque inodore,

et dépourvue de saveur, rancit difficilement et ne se concrète qu'à — 8° C. On peut l'employer dans l'alimentation sans autre épuration. On peut l'obtenir particulièrement limpide en traitant sa dissolution dans le canadol avec du noir animal parfaitement sec, la filtrant ensuite avant de la distiller. Le résidu de l'extraction est jaune verdâtre et peut être facilement réduit en farine par un simple blutage. Il contient la résine, la cire, la chlorophylle et un peu d'huile. Si on le chauffe à 25-30° C. par une addition d'eau chaude, il dégage de l'huile essentielle. Ce dernier détail, bien entendu, ne s'applique qu'aux graines de crucifères.

C. Kurtz conteste les avantages du canadol. Selon lui, non seulement le canadol n'en présenterait aucun sur le sulfure au point de vue chimique, mais encore il serait d'un emploi plus dangereux au point de vue des risques d'incendie, attendu que le sulfure, plus lourd que l'eau, peut être noyé et mis à l'abri de l'air et du feu, tandis que le canadol surnage l'eau.

De plus, les vapeurs de canadol se répandent dans l'air, tandis que celles de sulfure se tiennent près du sol par suite de leur pesanteur spécifique. Mais, Vohl réplique que le danger d'incendie est plus grand pour le sulfure, dont les vapeurs s'enflamment à une température beaucoup plus basse ; en outre, le sulfure de carbone est très nuisible à la santé de l'homme ; enfin, il prouve que le canadol, tout compte fait, revient meilleur marché que le sulfure de carbone (1).

Appareil Vohl. — Voici maintenant la description de l'appareil de Vohl (fig. 57 et 58) :

AA sont les deux extracteurs, B est l'appareil à distiller et C le réfrigérant. Les extracteurs sont des cylindres en cuivre, fortement étamés à l'intérieur, à couvercle et fond *c* convexes et munis d'une double enveloppe *b*. On peut introduire dans la double enveloppe de l'eau chaude ou de la vapeur par *d*, tandis que *e* sert pour l'écoulement de l'eau ou de la vapeur. Dans

(1) *Dingler's Polytechn. Journal*, 1871, p. 171.

l'intérieur des extracteurs, sont disposés des serpentins en cuivre *f*, étamés extérieurement et intérieurement, qui communiquent en bas par *g* avec l'appareil à distiller B et en haut par *i* avec le condenseur C. Dans les couvercles des extracteurs sont

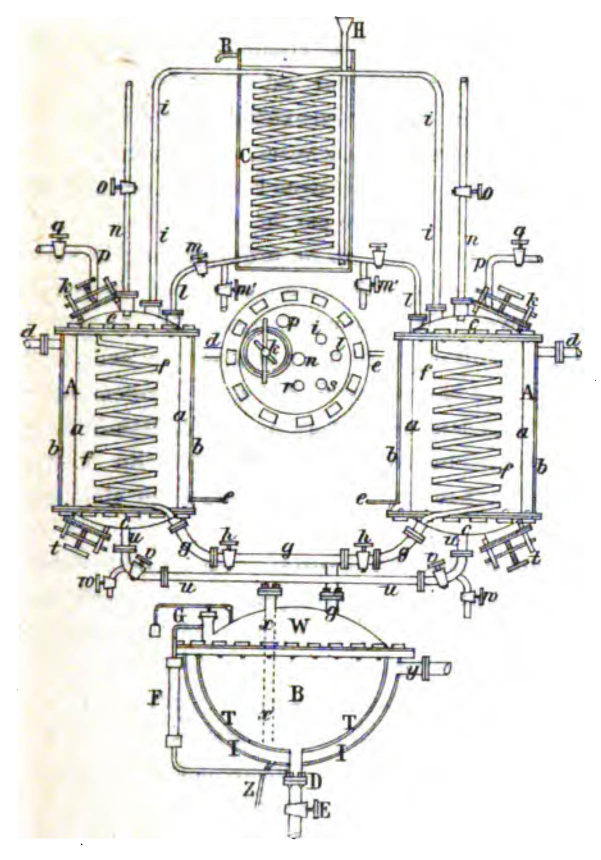


Fig. 57 et 58.
Appareil Vohl pour l'extraction de l'huile au moyen du canadol.

ménagés des trous d'homme *k*, pour le chargement et le nettoyage.

(1) *Ibid.*, 1871, p. 165.

Ces appareils ferment hermétiquement ; les couvercles sont étamés intérieurement. Dans chaque couvercle est fixé un manomètre et une soupape (fig. 57). Les fonds des extracteurs sont munis de trous d'homme *t*, de même grandeur que ceux des couvercles.

L'appareil à distiller B se compose des deux vases demi sphériques. Le vase intérieur est en cuivre rouge, étamé à l'intérieur ; tandis que le vase extérieur est en fonte. Dans l'intervalle laissé entre les deux vases, on introduit de la vapeur par *y*, qui se dégage ensuite avec l'eau de condensation en *z*. Le vase intérieur est fermé par le couvercle en cuivre *n*, par lequel passe le tuyau *x*, qui se prolonge jusque vers le fond, tandis que le tuyau *g* ne dépasse pas le bord du couvercle. En outre, le couvercle N porte une soupape de sûreté O. Du fond du vase I part un tuyau D, qui communique avec le tube niveau F fixé sous la soupape G. Enfin, le condenseur C est en tôle et contient deux serpentins en cuivre, étamés à l'intérieur, qui correspondent aux deux extracteurs. En T entre l'eau froide et va vers le fond C, tandis que l'eau chaude s'écoule par U.

Le fonctionnement est le suivant : On introduit dans l'extracteur par *t* une pièce de feutre qui doit recouvrir aux 2/3 le fond de l'appareil et qui est munie en son centre d'une sorte de tampon en feutre qui s'adapte dans le tuyau *u*, sans toutefois constituer une fermeture serrée. D'ailleurs, l'épaisseur du feutre varie suivant la nature des matières que l'on veut traiter. On ferme *t* et l'on charge l'extracteur jusqu'au couvercle par le trou d'homme *k*. Par dessus la matière, on pose également une pièce de feutre munie d'un petit tampon s'adaptant au tuyau *i*. On ferme *k*, on ouvre les robinets *m*, *m'*, *v* et *h*, ensuite le robinet *o*. Le tuyau *n* communique avec le réservoir à canadol. Le dissolvant coule dans l'extracteur par le tuyau *o* et se répartit uniformément dans toute la matière. L'air se dégage par *l*, *m*, *m'*. La solution huileuse s'écoule par *u*, *v*, *x* vers B, tandis que l'air contenu dans B se dégage à l'extérieur par *g*,

h, *l*, *m'*. Lorsqu'on a fait arriver dans les extracteurs une quantité suffisante de dissolvant et que la chaudière T est remplie aux 2/3, ce qu'indique le tube à niveau F, on ferme *o* et on fait arriver de la vapeur dans la double enveloppe de B par le robinet *y*. La solution huileuse contenue en T ne tarde pas à entrer en ébullition; les vapeurs du canadol se dégagent par *g* vers *f* où elles sont condensées. Le produit de la condensation retourne dans B. Peu à peu, le contenu de A s'échauffe jusqu'au point d'ébullition du canadol. Les vapeurs formées en B passent alors par *g*, *f* et *i* et se rendent dans le condenseur C. Dès que le liquide commence à couler en *m*, on ferme ce robinet. Le dissolvant condensé en C retourne alors par *l* dans l'extracteur et de celui-ci dans l'appareil à distiller B, en passant par *u*, *v*, *x*. De cette manière, on épuise complètement les matières avec le minimum de dissolvant.

De temps en temps, on prélève un échantillon en fermant alors momentanément *v* et ouvrant *w*. L'échantillon recueilli en *w* est versé goutte à goutte sur une feuille de papier; s'il n'y laisse pas une tache durable quand on le chauffe, l'épuisement est complet.

On ferme alors le robinet *m*, on ouvre le robinet *m'*, et le dissolvant condensé en C s'écoule par *m'* dans le réservoir. On fait arriver de la vapeur d'eau dans la double enveloppe de l'extracteur par *d*; A s'échauffe alors considérablement et la vaporisation du dissolvant y produit une pression telle sur la couche de gaînes, qu'elle chasse la majeure partie du dissolvant qui y est encore retenu ; ce dissolvant s'écoule par *u*, *v*, *x* et se rend dans la chaudière B.

Pendant cette opération, il faut avoir soin de ne pas perdre de vue le tuyau F et prendre garde de trop remplir la chaudière B, ce qui ferait partir le dissolvant dans les tuyaux du serpentin.

Si le niveau du liquide s'élève considérablement en F, on ferme l'arrivée de vapeur en A et on ouvre doucement le robinet *q* du tuyau *p* ; ce dernier communique avec un condenseur

et un exhausteur. Lorsqu'on n'a plus à chasser de dissolvant par pression de A vers B, ce que l'on reconnaît à la baisse de niveau du liquide en B, on ouvre *q* et ferme *v* : l'exhausteur se met alors à fonctionner et à aspirer les vapeurs de canadol de A vers un condenseur. De cette manière, le résidu sèche très rapidement. Dès que le tuyau *p* se refroidit (par arrivée ininterrompue de vapeur par *d*), la dessiccation est terminée. On arrête le fonctionnement de l'exhausteur et on procède à la vidange de l'extracteur en ouvrant le trou d'homme *t*. Le résidu d'extraction est sec et n'a qu'une très faible odeur de canadol.

Enfin, on vide B en ouvrant E sur le tuyau D ; l'huile se rend dans un réservoir dans lequel on la débarrasse des dernières traces de canadol en y envoyant un jet de vapeur d'eau.

Comme le montre la gravure, l'installation comprend deux extracteurs, ce qui permet de travailler d'une manière continue en utilisant alternativement chaque extracteur. Cependant, on peut les faire fonctionner simultanément si on le désire.

L'extraction des matières grasses par les pétroles légers est beaucoup appliquée en Amérique (1). On y avait également essayé l'emploi du sulfure de carbone ; mais l'abondance du pétrole d'une part, et d'autre part les dangers d'incendie que présente le sulfure de carbone ont décidé les industriels à renoncer à son emploi.

Le plus grand établissement de ce genre se trouve à Philadelphie et fonctionne d'après le procédé Adamson. Les matières traitées sont principalement les résidus graisseux et les graines ou tourteaux de ricin. Les extracteurs sont des cylindres horizontaux de 6 mètres de long et de 2 m. 50 de diamètre. La matière à traiter est chargée sur des wagonnets roulant sur des rails, et qui la conduisent aux appareils. Les cylindres sont chauffés par des serpentins de vapeur qui en garnissent

(1) *Scientific American*, 1879, p. 225.

tout le fond. Un cylindre étant chargé, on y fait arriver de la benzine, et quand elle recouvre le serpentin, on ouvre l'arrivée de vapeur. La benzine se vaporise, les vapeurs formées traversent la couche de matière et s'y condensent pour retomber de nouveau vers le fond. La benzine est vaporisée de nouveau, tandis que l'huile se rassemble sur le fond. Finalement, on distille toute la benzine et soumet au raffinage l'huile obtenue. On traite de préférence la graisse de porc et la graisse de bœuf, qui rendent 12 à 15 p. 100 de matière grasse. Le résidu qu'elles laissent est finement divisé et mis dans le commerce sous le nom d'*azotine*. Il contient près de 15 p. 100 d'ammoniaque. Le processus total de l'extraction dure de 24 à 36 heures. La graisse obtenue sert à la préparation de lubrifiants.

Nous ne mentionnerons que pour mémoire le procédé A. Pongowski à Sorgues-sur-l'Ouvèze. Les appareils (brevetés en 1880) en sont tellement compliqués qu'ils ne présentent pratiquement aucun intérêt.

Appareils modernes.

La plupart des appareils modernes sont construits d'après les mêmes principes que ceux qui ont servi de base aux anciens que nous venons de décrire, mais ils comportent des perfectionnements importants dont le but est de supprimer les inconvénients inhérents aux appareils primitifs. Nous ne pourrions décrire tous les appareils modernes, ni tous les brevets délivrés pour des systèmes d'extraction des huiles par diffusion ; nous nous bornons à mentionner les plus intéressants d'entre eux, en insistant un peu plus longuement sur ceux qui présentent le plus d'actualité.

APPAREIL BANG ET SANGUINETTI
(Brevet 1883.)

Cet appareil a été plus spécialement conçu en vue du traitement des graines de sésame ; il peut également servir pour le maïs.

Il se compose (fig. 59) des extracteurs A, munis de couvercles mobiles B, de paniers mobiles C faits de toile métallique et munis de couvercle mobile D, du regard E, et des robinets F, G, H. Les paniers C, chargés des graines à traiter et préala-

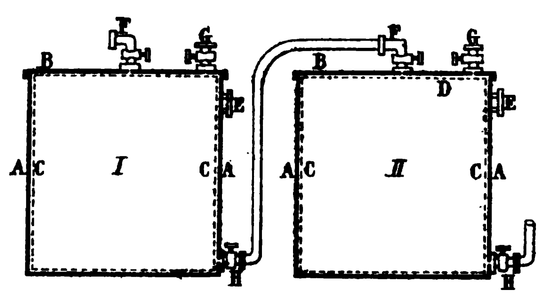


Fig. 59. — Appareil Bang et Sanguinetti.

blement broyées, sont suspendus dans les chaudières A. On applique ensuite les couvercles B, on les lute soigneusement, on ouvre le robinet à air G de l'extracteur I, et le robinet H de cet appareil étant fermé, on y fait arriver le dissolvant par F. Comme dissolvant on emploie la benzine de pétrole bouillant entre 40 et 70°, qu'on a préalablement épurée au moyen de l'acide sulfurique à 66° B. et ensuite avec 2 à 3 p. 100 d'acide sulfurique fumant. Lorsque la benzine a séjourné 15 minutes dans l'appareil I, on relie H avec F du deuxième appareil au moyen d'un tuyau à raccord étanche et G du deuxième appareil avec une pompe. On ouvre les robinets G et H de I, et les robinet F et G de II. De cette manière, le dissolvant se rend de I

en H, tandis que dans I on fait arriver de la benzine fraîche. En passant ainsi dans 10 extracteurs, le dissolvant se trouve épuisé. Mais, dès que la graine est suffisamment épuisée en I, on relie G avec un serpentin chauffé à 120-130° C par un bain d'huile ou de chlorure de calcium, tandis que H est relié avec un réfrigérant et que F est fermé. On fait passer par le serpentin les vapeurs de benzine qui arrivent ensuite en I avec une température de 120-130° C et chauffent la masse de graines à un tel point que toute la benzine qui y reste contenue est vaporisée. Les vapeurs qui s'en dégagent sont condensées au réfrigérant. Lorsque la température dans l'extracteur s'est élevée au-dessus du point d'ébullition de la benzine, on ferme l'arrivée des vapeurs de benzine. La masse des graines est alors complètement séchée ; on en chasse les dernières traces de benzine par le chauffage avec la vapeur. Les résidus sont complétement inodores ; de même l'huile extraite du 10e extracteur est exempte de tout goût de benzine. Cependant, pour plus de sécurité à cet égard, on la distille encore une fois ; les vapeurs qui s'en dégagent alors peuvent être employées pour le chauffage du serpentin à surchauffe décrit plus haut. — La seule nouveauté dans cet appareil consiste dans l'emploi des vapeurs de benzine surchauffées pour chasser les dernières traces de benzine des résidus solides.

Cette méthode serait excellente, n'était le chauffage final. Comme cette opération paraît indispensable, on aurait pu aussi bien chauffer d'avance avec de la vapeur au lieu de chauffer avec les vapeurs de benzine surchauffées.

APPAREIL A DISTILLER DANS LE VIDE
(de H.-T. Yaryan, à Ohio (fig. 60). (Brevet 1884).

Cet appareil se compose du réservoir A pour la solution huileuse, du serpentin B, du vase C, du réfrigérant tubulaire D et de la pompe E. Le robinet F étant fermé, on fait d'abord le vide

partiel dans l'appareil au moyen du tuyau E. On chauffe le serpentin B jusqu'à la température voulue par l'admission de la vapeur en G ; la vapeur d'échappement et l'eau de condensation s'écoulent par H. Le réfrigérant est alimenté d'eau froide qui

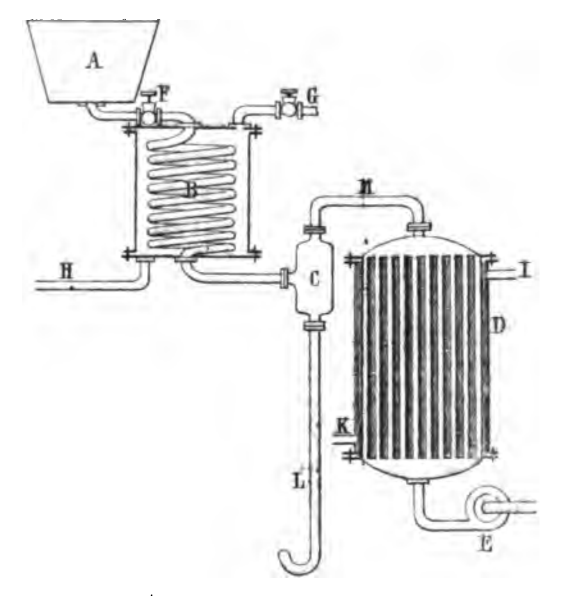


Fig. 60.— Appareil Yaryan.

circule de I vers K. On ouvre alors F. La solution huileuse pénètre dans le serpentin B dans lequel le dissolvant huileux est vaporisé soit par suite du vide, soit par suite du chauffage. Mais, comme la pompe fonctionne en E, l'huile et la vapeur du dissolvant sont entraînées en C. C'est ici que les deux éléments se séparent : l'huile s'écoule par le tuyau L terminé par une fermeture hydraulique, tandis que la vapeur du dissolvant se rend par M dans le réfrigérant D. Le liquide qui se forme en D par suite de la condensation est évacué d'une manière quelconque. Avant de commencer le travail, il faut naturellement munir le tuyau L de sa fermeture hydraulique pour pouvoir faire le vide.

APPAREIL EXTRACTEUR SOUS PRESSION ÉLEVÉE

Système Ch. Weber et Cie, à Thann. (Brevet 1885).

L'appareil se compose de deux extracteurs qui consistent en des cylindres verticaux à fond et couvercle convexes et munis de faux fonds mobiles. Comme dissolvant on emploie des hydrocarbures contenus dans un réservoir situé entre les deux appareils, mais à un niveau plus bas. Le dissolvant est élevé au moyen d'une pompe et est déversé par le haut dans les appareils chargés de graines, tandis que le dissolvant saturé d'huile est pompé par le bas pour être reversé dans le haut des appareils, ce qui établit une circulation continue du dissolvant. Les extracteurs sont munis de double enveloppe et de l'agencement nécessaire pour faire le vide. L'extraction elle-même s'effectue sous une certaine pression ; à cet effet, on installe entre les deux appareils une pompe foulante munie d'un régulateur automatique de pression.

Cet appareil paraît compliqué et son installation doit être d'un prix élevé.

EXTRACTEUR DE W. BUTNER

(Brevet 1885.)

Les extracteurs sont cylindriques et verticaux ; la graine est chargée sur un faux fond perforé. Le dissolvant entre par le haut s'il est plus léger que l'eau, par le bas s'il est plus lourd. Le système de chauffe, la seule partie intéressante de cet appareil, est établie comme suit : le cylindre est muni d'une double enveloppe dans laquelle on fait arriver la vapeur, ou encore on installe un serpentin de vapeur dans l'espace compris entre la double enveloppe. En outre, dans l'axe vertical de l'extracteur est installé un tuyau perforé, à grande section, qui est relié avec un aspirateur système Koerting. Si l'on fait fonctionner l'aspirateur, la chaleur développée dans la double enveloppe est en-

traînée vers le milieu de l'appareil, ce qui produit en même temps un vide partiel dans l'intérieur de l'extracteur.

On se sert de ce dispositif avant et après l'extraction proprement dite : avant, pour faciliter au dissolvant la pénétration dans les graines désaérées ; après, pour faciliter l'évacuation du dissolvant retenu par elles. Finalement, pour chasser des résidus solides les dernières traces de dissolvant, benzine ou sulfure de carbone, on y fait arriver de l'air chaud sous pression dont une partie pénètre dans les résidus, et dont l'autre se rend dans le tuyau central, ce qui permet de sécher les matières humides.

APPAREIL D'EXTRACTION DE HEINRICH HIRZEL à Plagwitz-Leipzig (Brevet 1863).

Cet appareil se compose d'un extracteur, d'un appareil à distiller, d'un condenseur, d'un réservoir à dissolvant, d'une pompe à air ou d'un exhausteur à vapeur (fig. 61).

L'extracteur consiste en un cylindre vertical, muni d'un faux fond perforé. Sur ce dernier on place un diaphragme en feutre qu'on fixe sur le pourtour au moyen d'un cercle en caoutchouc. On remplit ensuite le cylindre jusqu'au bord de matière oléagineuse. On fait fonctionner la pompe à air pour faire le vide dans l'extracteur. Par ce moyen on évite dans la suite, en y faisant arriver le dissolvant, la formation d'air et de dissolvant qui gênent la marche de l'opération et entraînent des pertes importantes de dissolvant. Le vide rend surtout de grands services quand on emploie des dissolvants très volatils (éther, sulfure de carbone, éther de pétrole). Le vide étant produit aussi parfait que possible, on ouvre le robinet *a* sur le couvercle de l'extracteur (ce robinet *a* ouvre le tuyau qui va au récipient de dissolvant). Le dissolvant est aspiré dans l'extracteur qu'il remplit. Au bout d'un certain temps de contact, on fait écouler la solution huileuse dans l'appareil à distiller par le tuyau *bb* ; cet ap-

pareil est d'abord chauffé par la conduite *m'* fermée. La vapeur d'échappement s'écoule par *n*. Les vapeurs de dissolvant qui se dégagent se rendent par le tuyau *d* au condenseur où elles se condensent, puis le liquide condensé s'écoule par *e* dans le ré-

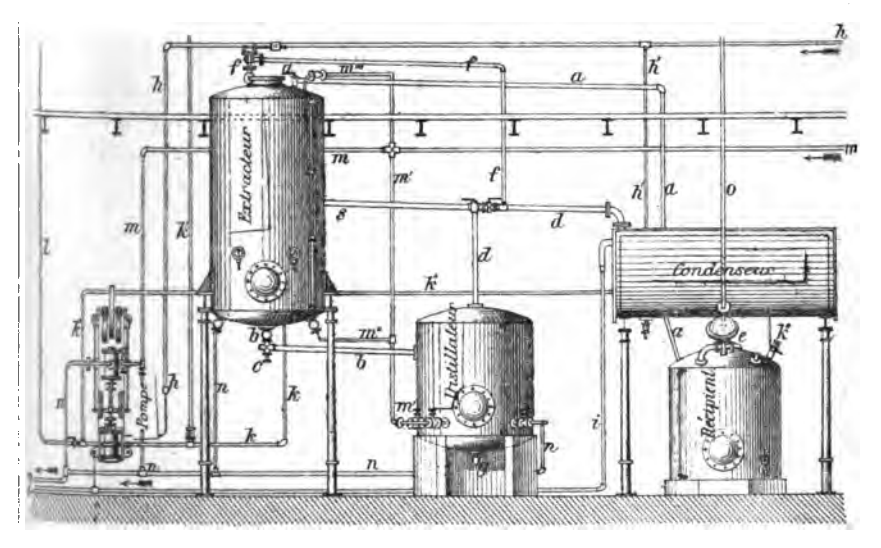


Fig. 61.— Appareil H. Hirzel.

servoir. Le condenseur est alimenté d'eau froide par *hh'*, l'eau s'écoule par *i*. Lorsqu'on veut faire l'extraction à froid, on rafraîchit continuellement le condenseur ; si l'on fait l'extraction à chaud, on fait en sorte que le dissolvant condensé arrive encore chaud au réservoir. Le vide se conserve pendant assez longtemps dans l'appareil, de sorte qu'il suffirait d'ouvrir le robinet *a* pour faire arriver du dissolvant nouveau dans l'extracteur ; mais on peut l'y amener facilement par aspiration. Pour l'extraction à chaud, on munit l'extracteur d'une double enveloppe dans laquelle on fait arriver de la vapeur par *mm'* ; la vapeur d'échappement s'écoule par *n*. On maintient le dissolvant en circulation jusqu'à ce qu'un échantillon prélevé en *c* s'évapore sans laisser de résidu. Si l'extracteur s'est échauffé un peu plus que

d'ordinaire, il s'y est formé une pression qui peut varier de 0,5 à 1 atmosphère. Lorsque l'extraction est terminée, on ferme *a* et *b* et on fait arriver dans l'appareil de la vapeur directe par *m*, *m'*, *m''*. Le mélange de vapeurs d'eau et de dissolvant se dégage par *f* (muni d'une soupape de sûreté) et se rend par *d* au condenseur.

Finalement on distille l'huile contenue dans l'appareil à distiller ; à cet effet, on y fait arriver de la vapeur par *mm'*, tuyau qui, au bas de l'appareil à distiller, se divise en deux branches dont l'une sert pour l'admission de la vapeur directe, l'autre pour la vapeur indirecte.

Les vapeurs qui se dégagent de l'appareil à distiller peuvent également être conduites directement dans l'extracteur, sans passer par le condenseur. Le traitement des résidus par la vapeur étant terminé dans l'extracteur, on peut les sécher en y faisant passer un courant d'air chaud sous pression. *hh* est la conduite d'eau ; *mm* le tuyau de vapeur pour la pompe ; *o*, *k* et *l* sont des tubes à air. L'huile est évacuée de l'appareil à distiller par *g*. Enfin, les appareils sont munis de trous d'homme pour le chargement et la vidange, etc., de manomètres, tubes à niveau, etc.

L'appareil est approprié pour l'extraction de graisse et d'huile de graines, fruits, tourteaux, etc. Comme dissolvants on peut employer : la benzine, l'éther de pétrole, les huiles de goudron, le sulfure de carbone, le chloroforme, l'éther, etc. Pour l'extraction de l'huile, la benzine et le sulfure de carbone sont les dissolvants les plus intéressants.

D'après le docteur Hirzel, le sulfure de carbone est le dissolvant dont l'action est la plus rapide ; il mérite donc la préférence dans les cas où il n'est pas indispensable d'obtenir des huiles et des résidus exempts d'une légère odeur. Or, il est difficile de faire disparaître complètement l'odeur de sulfure de l'huile et des résidus ; dans ce cas, il vaudrait mieux employer la benzine comme dissolvant. Celle-ci agit plus lentement, il est

vrai, mais, lorsqu'elle est bien épurée, il est facile de l'éliminer complètement de l'huile et des résidus.

La durée de l'extraction est de 6 à 14 heures, suivant la nature des graines; on peut extraire l'huile complètement ou en laisser 1 à 2 p. 100 dans les résidus. Pour un travail d'une certaine importance, il vaudrait mieux employer deux extracteurs. L'appareil n° 1 a une contenance utile de 1.000 litres et exige un emplacement de 7 mètres de long, 4 mètres de large et 6 mètres de haut. Le générateur de vapeur doit avoir 4 m² de surface de chauffe. L'appareil pèse 2.500 kilog. ; les colonnes et le support pèsent 170 kilog. Avec cet appareil on pourrait extraire 2 hectol. de graines en 12 heures, dans le cas le plus favorable.

Cet appareil exige une tuyauterie compliquée, munie d'un grand nombre de robinets ; il est indispensable de bien habituer l'ouvrier à leur maniement exact.

EXTRACTEUR UNIVERSEL

Brevet Joseph Merz (fig. 62 et 63).

Le récipient L, suspendu dans l'appareil M, reçoit les graines dont il s'agit d'extraire l'huile. Le chargement se fait par le trou d'homme *d*. Le dissolvant, contenu dans le réservoir V, est amené sur les graines en L par le tube *t*. Dès que le liquide y atteint le niveau *g'*, le tube-siphon *g* commence à fonctionner et évacue le liquide de L qui se rend dans la partie inférieure M par le tube *z*. Sur le fond de M se trouve un serpentin de vapeur fermé *f* qui fait évaporer le dissolvant. Les vapeurs formées s'élèvent le long de L, chauffent ce récipient et se rendent finalement dans le réfrigérant à contre-courant N. Celui-ci est alimenté d'eau froide en *a*, tandis que l'eau chaude s'en écoule en *b*. Le dissolvant qui s'est condensé dans le réfrigérant retourne encore chaud par le haut dans le récipient L, jusqu'à ce qu'il atteigne de nouveau le niveau *g'*. Il continue ainsi à circuler d'une matière intermittente aussi longtemps qu'on le dé-

sire. Du reste, on peut également établir une circulation continue en réglant le départ de solution grasse de L par *g* vers M de telle sorte qu'on ait sans cesse un niveau constant de liquide

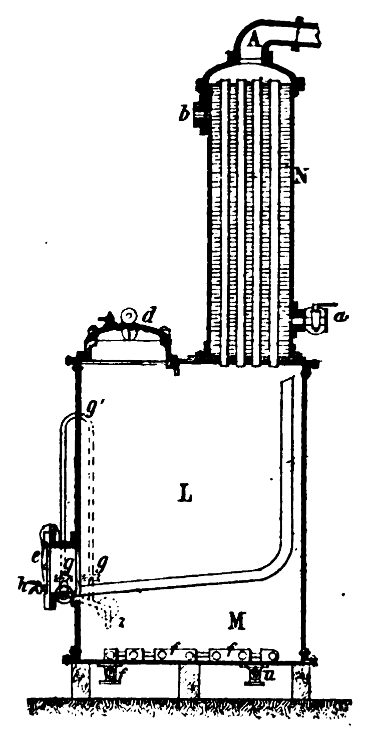


Fig. 62. — Appareil J. Merz.

en L. Lorsqu'un échantillon prélevé en *h* montre que l'extraction est achevée, on ferme l'arrivée d'eau froide en N. Au bout d'un certain temps, les vapeurs ne se condenseront plus en N, mais se dégageront par A et se condenseront dans le réfrigérant R. Du réfrigérant R elles retournent directement dans le réservoir V. L'eau froide entre dans le réfrigérant R par B et s'en écoule par W. Enfin, X sert pour le départ des gaz non condensés dans le réfrigérant.

Lorsque l'extraction est terminée, l'huile, ainsi que les résidus, est traitée par la vapeur directe : à cet effet, l'appareil est muni d'un système de tuyaux non indiqué sur la figure. Finalement, on évacue l'huile par *u* et les résidus par *e*.

Lorsque les graines sont bien broyées, la durée de l'extrac-

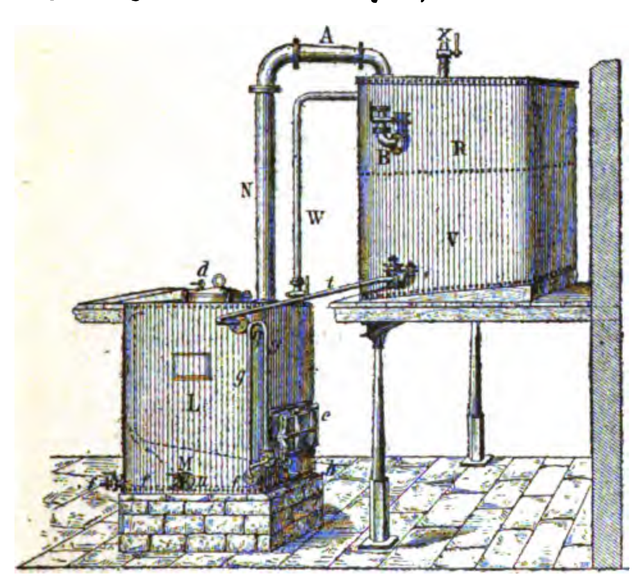


Fig. 64. — Appareil J. Merz.

tion est de 3 heures 1/2 ; pour les graines de ricin, au contraire, elle est de 10 à 12 heures avec la benzine. Le dissolvant le plus employé avec l'appareil de Merz est la benzine. La durée d'une opération, depuis le chargement de l'appareil jusqu'à la vidange, est de 8 à 9 heures ; pour le ricin elle est de 15 à 17 heures. Les frais de fabrication par 100 kilog. de graines varient de 0 fr. 63 à 0 fr. 88 ; dans cette dépense est comprise la perte de benzine qui s'élève de 0 kilog. 25 à 0 kilog. 50 par 100 kilog. de graines. Lorsque l'appareil est en activité, il n'exige d'autre travail que la prise d'échantillons à différentes reprises quand on présume que l'opération touche à sa fin. Le

dissolvant agit tandis que la température s'élève progressivement ; finalement il entre en ébullition. Mais, comme l'extracteur est en libre communication avec le condenseur N, dans lequel les vapeurs de benzine se condensent, il ne peut pas s'y produire de surpression ; aussi, les autorités austro-hongroises ont-elles permis d'installer l'appareil Merz sans qu'il soit muni des soupapes de sûreté et des manomètres réglementaires.

Les résidus solides sont secs à leur sortie de l'appareil, car dans le cours de l'extraction elles sont chauffées jusqu'à la température de la vapeur ; si l'on y fait ensuite arriver de la vapeur sèche (d'une température de 100° C.), elle chasse la benzine retenue encore par les résidus, mais elle ne peut se condenser. Il en résulte que les résidus ne perdent aucun de leurs éléments solubles dans l'eau, ce qui constitue un réel avantage.

L'appareil Merz n'exige aucun appareil auxiliaire. Il faut naturellement installer un broyeur, une chaudière à vapeur et une conduite d'eau. Cet appareil présente donc les avantages de la simplicité d'installation et d'un fonctionnement économique ; il exige très peu d'emplacement et est d'un prix peu élevé.

APPAREIL D'EXTRACTION DE WEGELIN ET HUBNER
(à Halle-sur-Saale.)

Cet appareil peut fonctionner avec différents dissolvants celui représenté figure 65 fonctionne avec des dissolvants plus légers que l'eau, tels que la benzine, le canadol ; l'extraction se fait à froid.

A est l'extracteur, B l'appareil à distiller, C le réfrigérant et R le réservoir à dissolvant.

On ouvre le trou d'homme *m* de l'extracteur et on verse dans l'appareil sur le faux-fond *s* la matière à traiter ; on pose par-dessus un diaphragme perforé *r* et on ferme le trou d'homme. On ouvre alors le robinet à trois eaux *f* au bas de l'extracteur

de telle sorte que le liquide contenu en A passe par le tube *u*, montede là dans le tube de trop plein *l* muni d'un regard et de là par le tuyau *v* passant au-dessus du robinet à trois eaux, vers l'appareil à distiller C. Le regard dont est muni le tuyau de trop plein permet de contrôler le niveau du liquide en A.

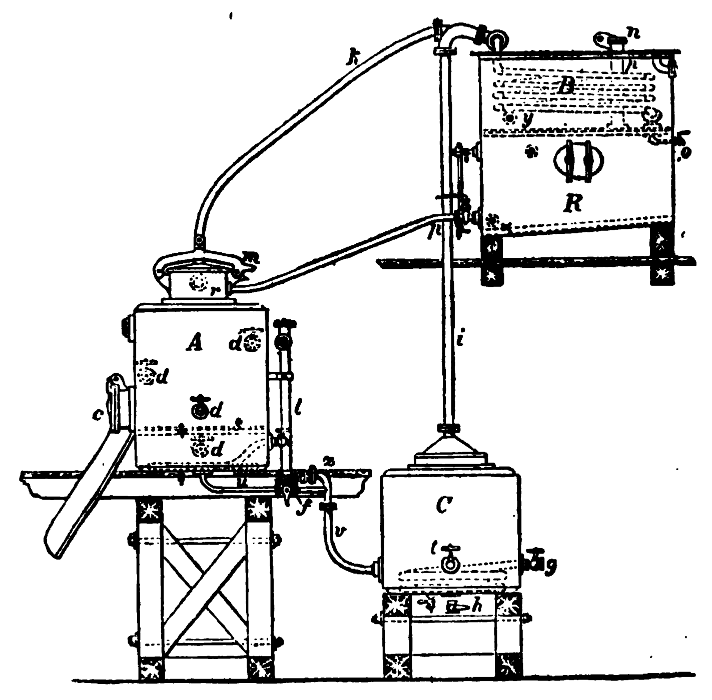


Fig. 65. — Appareil extracteur de Wegelin et Hübner.

Ensuite on ouvre le robinet *q* du réservoir R et fait couler en A le dissolvant (de la benzine, par exemple). Celui-ci pénètre peu à peu dans la matière et s'en écoule pour se rendre dans l'appareil à distiller C. Dans C la benzine est vaporisée par le le chauffage à vapeur qu'on fait arriver sans interruption dans le serpentin *g*. Les vapeurs du dissolvant passent par *i* et se rendent dans le serpentin qui se trouve dans le réfrigérant B. L'eau de refroidissement y entre en *y* et s'écoule à la partie

supérieure par un trop plein ; un robinet à la base du réfrigérant permet d'en évacuer l'eau complètement.

Tandis que le premier chargement de R se fait par un tube vertical *p* muni d'un couvercle *n*, ce réservoir se charge continuellement de la benzine condensée dans le réfrigérant ; cette benzine d'ailleurs n'y séjourne pas, mais retourne continuellement en A. Enfin, lorsqu'un échantillon de solution prélevé en *z* du tube de trop plein indique que l'extraction est terminée, on ferme l'arrivée de benzine et on tourne le robinet à trois eaux *f* de telle manière que le liquide de A se rende directement par *v* en C. Puis, lorsque tout le liquide de A s'est écoulé, on ferme la communication entre A et C et on fait arriver de la vapeur directe par les trois soupapes à vapeur *d* dans les matières contenues en A, afin de chasser le reste de dissolvant dont les vapeurs mélangées avec de la vapeur d'eau se rendent par *k* dans le condenseur. Pendant ce temps on a également chassé le dissolvant de l'huile contenue en C par le chauffage du serpentin ; on y injecte alors de la vapeur directe par *t* pour achever la vaporisation de la benzine. On interrompt le chauffage lorsqu'un échantillon prélevé en *o* indique que les vapeurs condensées sont absolument exemptes de benzine.

Ce point étant atteint, on ferme l'arrivée de vapeur et on évacue l'huile de C par le robinet *h* ; on vide également les résidus solides qui se trouvent en A par le trou d'homme *e*. Quand l'extraction se fait avec de la benzine, on a en R une couche inférieure d'eau, qu'on fait écouler par le robinet *x* qui se trouve sur le point le plus bas de R. Le réservoir est muni, en outre, d'un tube à niveau et d'un trou d'homme pour le nettoyage en cas de besoin.

Ces appareils fonctionnent sans pression, attendu que les vapeurs formées se condensent incessamment. En divisant les trois parties de l'appareil (réfrigérant avec réservoir, extracteur, appareil à distiller), on facilite le contrôle du fonctionnement.

Pour l'extraction à chaud, les appareils sont munis de double

enveloppe et construits soit en tôle, soit en cuivre, étamé à l'intérieur s'il y a lieu. Les dissolvants qu'on peut employer sont principalement la benzine ou l'éther de pétrole (canadol), l'éther sulfurique, l'alcool, l'acétone, etc. L'emploi du sulfure de carbone exige quelques modifications dans les appareils. Avec des matières faciles à épuiser (navette, lin, coton, grignons d'olives, tourteaux) dont on met en œuvre de plus grandes quantités à la fois, on emploie le système dit de l'*enrichissement des matières*. Les huiles obtenues par ces appareils n'ont pas d'odeur spéciale et sont exemptes de goût de benzine.

Un appareil dont l'extracteur A peut contenir 500 litres a un diamètre de 850 millimètres et une hauteur de 900 millimètres. Lorsque l'extracteur et l'appareil à distiller sont en fonte de fer, tandis que le réfrigérant et le réservoir sont en fer forgé, l'appareil total pèse environ 3.300 kilogrammes et coûte environ 3.000 francs. Un appareil d'une contenance de 1 mètre cube en A, entièrement construit en fer forgé, pèse environ 3.400 kilogrammes et coûte environ 3.600 francs. Pour une contenance de l'extracteur de 1 mètre cube on adopte un diamètre de 1.200 et une hauteur de 1.000 millimètres ; on en construit dont la capacité va de 50 litres à 4 mètres cubes.

EXTRACTEURS

Système Egrot, Grangé et Cie à Paris.

Cet appareil se compose des éléments principaux suivants :

Le vase diffuseur A (fig. 66) dans lequel sont placées les substances à travailler.

L'évaporateur B où l'huile est séparée du dissolvant par évaporation de ce dernier.

Le condensateur réfrigérant C et le réservoir D où se condensent et se recueillent pour être utilisées à nouveau les vapeurs du dissolvant employé.

Selon les substances et la nature du dissolvant employé l'extracteur est chauffé par serpentin à enveloppe de vapeur au bain-marie d'eau.

Dans certains cas il est en outre ménagé une injection de vapeur directe.

. La circulation du dissolvant peut se faire de haut en bas ou de bas en haut selon les densités.

Une éprouvette de coulage visible (*d*) interposée entre l'extracteur et l'évaporateur, permet de se rendre compte de la marche de l'opération qui est continue, et d'en déterminer la fin.

L'opération terminée le dissolvant contenu dans A peut être réintégré en D, soit directement par transvasement, soit par distillation dans l'évaporateur.

Les dernières portions de dissolvant qui imprègnent les matières traitées sont recueillies en D après avoir été évaporées dans l'extracteur même ; le chauffage s'opérant par un des moyens indiqués plus haut.

Les différents organes sont disposés, ainsi que l'indique la figure, pour faciliter le chargement, la vidange, le nettoyage des récipients et pour la commodité et la rapidité du travail.

Cet appareil tel qu'il est représenté ou avec de petites variantes portant sur la nature du métal ou la forme de l'extracteur A est surtout destiné aux laboratoires et aux petites productions.

Lorsqu'il s'agit de plus grandes productions, les différents organes constituant l'appareil sont les mêmes ; mais, en raison de leurs dimensions, chacun d'eux a son support particulier disposé à la demande des locaux.

La figure 67 représente une installation dans laquelle, outre les éléments essentiels déjà décrits précédemment, on peut voir en E un réchauffeur de dissolvant permettant de traiter à chaud, et en F un rectificateur applicable à certains dissolvants.

Les substances à traiter peuvent être introduites dans

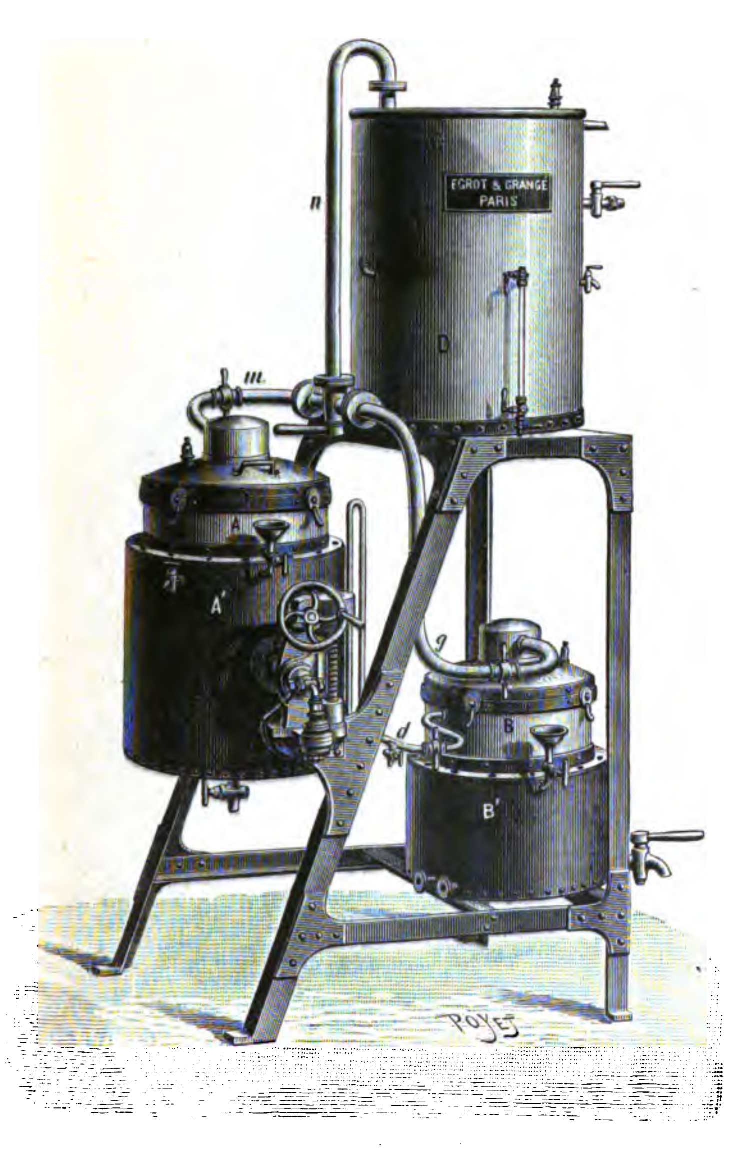


Fig. 66. — Appareil de diffusion au moyen des dissolvants, système Egrot et Grangé. (Petit modèle.)

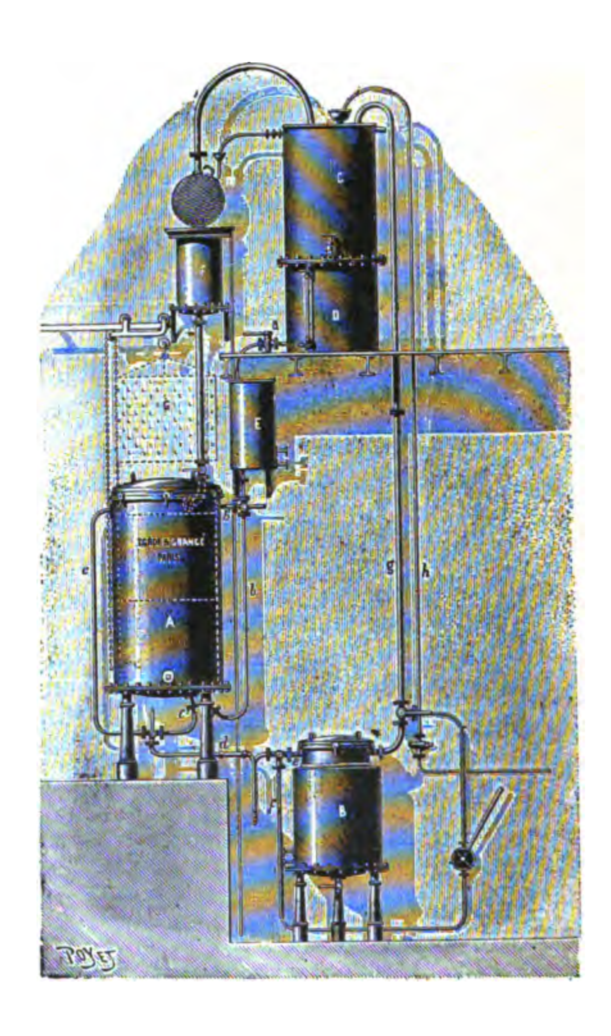


Fig. 67. — Appareil d'extraction par les dissolvants volatils (grand modèle).

l'extracteur au moyen de paniers. Ce dernier peut également être disposé sur tourillons et se vider par basculement comme dans le petit modèle.

EXTRACTEUR PERFECTIONNÉ SYSTÈME DEROY FILS AINÉ

L'ininflammabilité du tétrachlorure de carbone permet d'employer ce dissolvant dans des appareils chauffés au feu direct. La fig. 68 représente un extracteur du système Deroy fils aîné, ingénieusement combiné pour répondre à tous les besoins de la petite et de la moyenne production.

Ce constructeur fabrique également d'autres extracteurs et des diffuseurs pour toutes sortes d'extractions avec tous genres de dissolvants. Nous nous bornons à décrire sa dernière création, renvoyant les intéressés, pour la description de ses divers modèles, au *Guide pratique d'extraction par les dissolvants volatils et autres*, que la maison Deroy fils aîné, 75 rue du Théâtre à Paris, offre aux personnes qui lui en font la demande.

L'extracteur Deroy peut être composé de tout ou partie des organes que montre la figure, suivant le mode d'extraction à opérer.

Par exemple, lorsqu'il s'agit d'extraction par lixiviation à chaud, l'appareil pourrait ne comporter que les organes indiqués pour ce mode d'extraction, de même pour l'extraction par lixiviation à froid ou par macérations répétées ou constantes, ou pour les épuisements par les vapeurs du dissolvant.

La figure représente donc un appareil pouvant, à lui seul, permettre d'employer l'une ou l'autre de ces méthodes.

Extraction par lixiviation à froid.— Après avoir chargé le lixiviateur 2 de la matière à épuiser par le tampon supérieur R, l'emplir de dissolvant en ouvrant le robinet I ou H placés au bas des réservoirs 4 et 5.

Après macération sur les matières contenues dans le lixiviateur digesteur 2, déverser le dissolvant dans le bain-marie 1 en ouvrant le robinet A que l'on referme après ; ouvrir ensuite les robinets B, C, G, J' et J.

Le dissolvant évaporé en 1 passant par les robinets B et C

ouverts, va se condenser dans un serpentin contenu dans le réfrigérant 3, pour venir ensuite par le robinet G s'écouler sur une grille de répartition placée dans le lixiviateur au-dessus du tampon de charge R, et tomber sur les matières qu'il tra-

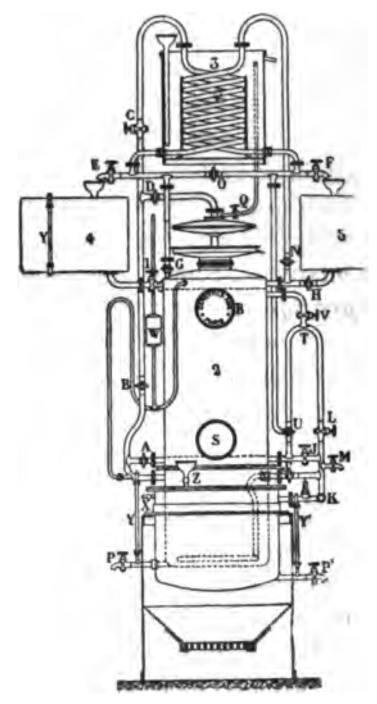


Fig. 68. — Extracteur perfectionné système Deroy aîné.

verse pour rétrograder au bain-marie 1 par les robinets J' et J ouverts.

Quand le passage continu du dissolvant au travers des matières a complètement dissous les substances à extraire, ce que l'on peut constater au robinet d'épreuve M, on tourne la distillation sur le réservoir 4 en fermant le robinet G et en ouvrant le robinet E.

Pendant qu'on évapore le dissolvant au bain-marie 1 pour

en retirer l'extrait, on peut récupérer le dissolvant dont sont imprégnées les matières du lixiviateur 2, en introduisant au bas, par les robinets K et J' ouverts, et celui J fermé, un jet de vapeur venant de la chaudière enveloppant le bain-marie 1. Cette vapeur d'eau, en traversant les matières, enlève le dissolvant qui, par le robinet N ouvert, va se condenser dans un serpentin spécial et de là, par le robinet F au réservoir 5. On peut également, par le robinet J ouvert, envoyer si nécessaire dans la substance extraite, de la vapeur en barbotage, afin d'en enlever toute trace de dissolvant.

L'extrait se recueille par le robinet P et le lixiviateur se vide par S.

Extraction par lixiviation à chaud. — Après avoir chargé par le tampon supérieur R le lixiviateur 2, l'emplir de dissolvant en ouvrant le robinet I ou H placé au bas des réservoirs R et T.

Après macération sur les matières contenues dans le lixiviateur 2, le dissolvant est déversé dans le bain-marie 1 par le robinet A. L'on ferme ensuite ce robinet, puis l'on ouvre les robinets B, D, J et J', de façon que lorsque le dissolvant entrera en distillation, les vapeurs gagnent par B et D les lentilles de condensation placées au-dessus du lixiviateur, lesquelles, à l'aide du robinet Q, sont maintenues suffisamment humectées pour condenser sans refroidir, de sorte que les condensations s'écoulent chaudes sur les matières du lixiviateur qu'elles traversent pour rétrograder au bain-marie par les robinets J' et J.

En fin d'opération, quand la matière est épuisée des substances à extraire, on distille sur le bac 4 le dissolvant du bain-marie, en fermant le robinet D et en ouvrant les robinets C et E. En même temps que l'on peut épuiser les traces de dissolvant dont sont imprégnées les matières contenues dans le lixiviateur, en faisant entrer par K et J' ouverts, de la vapeur d'eau venant de la chaudière. Le dissolvant évaporé se rend par les robinets N et F ouverts dans le réservoir 5.

On peut également, s'il est nécessaire, envoyer par le robinet J de la vapeur en barbotage dans les substances extraites contenues dans le bain-marie 1 afin d'en enlever toutes traces de dissolvant. L'extrait se recueille en P et les résidus épuisés du lixiviateur se retirent par le tampon inférieur S.

Extraction par macérations successives ou constantes. — Après avoir chargé de matières à épuiser le lixiviateur 2, le remplir de dissolvant en ouvrant le robinet I du réservoir 4 ou celui H du réservoir 4 ou celui H du réservoir 5, jusqu'à ce que le liquide ait atteint le niveau du tube siphon T, qui alors s'amorce et écoule le dissolvant dans le bain-marie par les robinets L et J ouverts.

Dès que le dissolvant s'est écoulé dans le bain-marie, on ferme les robinets I ou H des réservoirs et l'on ouvre les robinets B, C et G, afin que le dissolvant évaporé du bain-marie puisse aller par B et C se condenser dans le serpentin du réfrigérant 3 pour revenir par G emplir le lixivateur 2.

Quand à nouveau le niveau aura atteint la hauteur du siphon T, le réamorçage s'opérera et le dissolvant retournera au bain-marie, ainsi de suite, autant qu'il sera nécessaire pour le complet épuisement des substances de la matière en traitement.

On peut aussi, par un robinet à 2 voies U et le robinet V ouverts, celui G étant fermé, opérer le retour au bain-marie par trop plein de dissolvant. Le dissolvant condensé dans le serpentin du réfrigérant 3, entre par U au bas du lixiviateur 2 et en sort à la partie supérieure chargé d'extrait, pour retourner au bain-marie par les robinets V, L et J; l'épuisement s'opère alors en macération constante.

Quand la matière est épuisée des substances à extraire, opérer la récupération du dissolvant et de l'extrait comme il a été dit pour l'extraction à froid et à chaud aux articles qui précèdent.

Extraction par les vapeurs du dissolvant. — Après avoir chargé de matières le lixiviateur 2, le remplir de dissolvant en ouvrant les robinets I ou H. Après macération, transvaser le

dissolvant du lixiviateur 2 dans le bain-marie 1 en ouvrant le robinet A.

Lorsqu'il n'y a plus de dissolvant dans le lixiviateur 2, distiller le dissolvant contenu dans 1, les robinets A, D, C et N ouverts, de même que ceux J', J. G et O. Le passage continu de la vapeur et des retours de dissolvant sur la matière, l'épuise des substances à extraire.

En fin d'opération, faire la récupération du dissolvant et de l'extrait comme il a été dit pour l'extraction à froid et à chaud.

APPAREIL JUMEAU A DÉPLACEMENT

Pour l'extraction de l'huile des graines oléagineuses par dissolvants.

(Système Donard et Boulet. Breveté S. G. D. G.)

Cet appareil a été d'abord appliqué pour l'extraction de l'huile de maïs des drèches de distillerie. L'extraction de l'huile des graines oléagineuses par dissolvants présente certaines difficultés que ne présente pas le travail des tourteaux ou drèches de distillerie. Dans ces derniers, la cellule végétale est plus ou moins détruite par la cuisson du grain, et l'huile mise en liberté se dissout dans le solvant avec la plus grande facilité, la simple lévigation, telle qu'on la pratique en distillerie dans l'appareil jumeau, Donard et Boulet, suffit pour donner de bons épuisements. Dans les graines oléagineuses, la mouture ne pouvant être poussée trop loin, la plus grande partie des cellules reste intacte et on ne peut en faire sortir l'huile que par diffusion.

Il a donc fallu apporter quelques modifications à la disposition du jumeau. Le principe de jumellité des chaudières et des extractions restant la base fondamentale des appareils, on a simplement ajouté une 3ᵉ chaudière et un 3ᵉ extracteur. Le

nouvel appareil se compose des organes principaux suivants (fig. 69) :

1° 3 chaudières A A' A".
2° 3 extracteurs B B' B".
3° 1 condenseur tubulaire, R.
4° 1 condenseur à serpentin M.
5° 1 déflegmateur D.
6° 3 réchauffeurs tubulaires Z Z' Z".
7° Une colonne à huile N et son réservoir d'alimentation T.
8° Portes de chargement C C' C".
9° Portes de vidange K K' K".

Les extracteurs et les chaudières sont reliés entre eux par une tuyauterie et une robinetterie qui permettent toujours de les mettre en communication ou de les isoler suivant les besoins du service de marche.

Marche des appareils. — Nous nous supposerons en cours de travail, les extracteurs B B' B" étant chargés de graines oléagineuses cylindrées à divers moments du travail.

La chaudière A contient une couche d'eau couvrant les serpentins, au-dessus le mélange d'essence et d'huile provenant des opérations précédentes.

B ayant déjà subi quelques trempes, qui seront définies ci-dessous, est en communication avec l'extracteur B' par la partie inférieure, on distille l'essence de la chaudière A sur l'extracteur B, en passant par le déflegmateur D, qui retient l'eau au passage, la tuyauterie E et le condenseur R. L'essence charge B pendant que le liquide de la partie inférieure passe dans l'extracteur B' qui se remplit en même temps. Quand les extracteurs B et B' sont presque pleins, ce que l'on constate par les niveaux latéraux, on ferme la communication entre B et B' et, tout en continuant la distillation sur B, l'on ouvre B' sur la chaudière A', qui reçoit l'essence chargée d'huile. Quand B est débarrassé de liquide on le ferme sur la chaudière A' et on rouvre sa communication avec B, le niveau de liquide s'établit rapidement et on continue à distiller sur B jusqu'à ce qu'il soit à nouveau presque rempli d'essence. On refait la même

manœuvre que précédemment en vidangeant à nouveau B' sur A', cette opération est faite un nombre de fois suffisant pour amener un bon épuisement de la graine (nombre variable avec la nature de la graine).

On ferme alors la communication de B et de B' et on vidange B dans A' en laissant l'égouttage se faire ; quand ce dernier est suffisant, on ferme la communication de B et A', on met en communication B avec le serpentin M qui est ouvert sur la chaudière A''. On fait aller directement par la tuyauterie X les vapeurs de A sur B sans passer par le déflegmateur D et le condenseur R. Les vapeurs d'essence surchauffées au passage par le réchauffeur Z abandonnent leurs calories à la matière épuisée, et quand, la distillation de cette essence étant terminée, la vapeur d'eau provenant de la couche d'eau inférieure qui couvre les serpentins, arrive à son tour, elle chasse devant elle l'essence imprégnant la matière, sans de trop grandes condensations, et l'en débarrasse complètement. Les vapeurs d'essence et d'eau vont se condenser en M et les liquides se rendent de là dans A''.

Quand toute trace d'essence a disparu, ce que l'on constate avec le thermomètre marquant 100° à la sortie de B, l'opération est terminée ; il ne reste plus qu'à vidanger B, que l'on remplit ensuite de matière nouvelle à épuiser.

L'huile qui est restée en A s'est trouvée épurée par l'ébullition avec l'eau, il ne reste plus également qu'à la vidanger.

Pendant ce temps on avait mis en distillation l'essence contenue dans A' et on avait marché avec A'B'B'' et A'' comme il a été décrit ci-dessus avec ABB'A', la marche est donc continue, et on conçoit très bien que chaque extracteur reçoit successivement une série de trempes d'essence chargée d'huile, provenant de l'extracteur précédent et une seconde série d'essence vierge provenant directement de la chaudière en distillation.

Généralement 5 trempes (2 de la 1re série et 3 de la 2e) suffisent pour épuiser les graines de richesse moyenne. La matière épuisée contient après la vidange 20 à 25 p. 100 d'eau ; il faut

APPAREIL A DÉPLACEMENT POUR L'EXTRACTION DE L'HUILE DES GRAINES OLÉAGINEUSES

SYSTÈME DONARD ET BOULET BREVETÉ S. G. D. G.

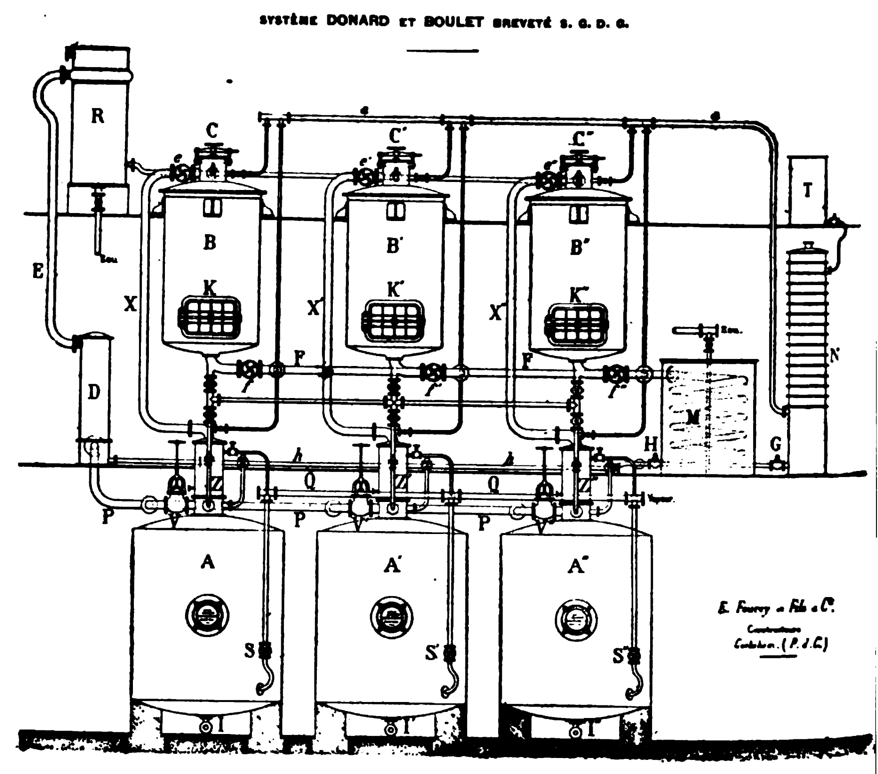


Fig. 69.

alors la faire passer dans un séchoir pour la ramener à 10 p. 100.

Le séchoir à vide employé par Donard et Boulet pour opérer cette dessiccation est décrit plus loin.

La colonne à huile qui est adjointe à l'appareil sert à retenir l'essence entraînée par l'air, qui s'échappe des appareils à chaque moment des charges ou vidanges du dissolvant dans les extracteurs. L'huile chargée d'essence est chauffée à part ou dans le cours du travail et on fait rentrer l'essence ainsi récupérée dans le travail.

Dans certains cas on a trouvé avantage à adopter une disposition spéciale de la tuyauterie qui permet de faire arriver l'essence d'un extracteur dans l'autre par la partie supérieure. Dans ce cas, le passage s'opère au moyen d'une légère pression mise sur l'appareil en charge. Celte dernière manière de procéder utilisant plus rationnellement l'essence peut permettre un nombre de trempes quelquefois moins grand, mais la pression que l'on est obligé d'employer augmênte légèrement les pertes de dissolvant.

Ces pertes peuvent varier, suivant la qualité des essences employées, de 0,1 à 0,5 p. 100 de la matière mise en œuvre.

L'*appareil à dessécher* se compose (fig. 70) d'un cylindre horizontal en fonte de 2 m. 50 de diamètre sur 2 m. 50 de longueur, représentant à l'intérieur un volume de 12 mètres cubes environ. Il repose sur deux paliers par des tourillons creux qui permettent l'accès de la vapeur de chauffe et l'évacuation de la vapeur d'évaporation. La vapeur de chauffe est reçue dans une chambre à vapeur circulaire verticale qui forme la paroi gauche (fig. 70) du cylindre. Sur cette paroi sont sertis une série de tubes horizontaux, bouchés à leur extrémité, et qui constituent une surface de chauffe de 59 mètres carrés environ. L'appareil est muni des dispositions nécessaires à l'évacuation de l'eau de condensation.

Le tourillon placé à l'autre extrémité du cylindre communique par un tube de fort diamètre avec une pompe à vide à condenseur et à double effet, où se rend la vapeur d'évaporation.

Deux trous d'hommes permettent de charger et de vider le cylindre. La charge de drêches humides contenant 35 p. 100 d'eau est de 2.500 kilog.

La vitesse de rotation est de trois tours par minute.

En trois heures et demie, l'humidité des drêches est ramenée à 15 p. 100, ce qui représente un poids de 1.200 kilog. d'eau évaporée pendant ce temps.

La pression pendant le travail est maintenue à 40 millimètres de mercure.

La dépense en charbon est de 156 kilog. par charge.

RÉSUMÉ

En résumé, pour que l'emploi des dissolvants soit réellement pratique, il faut un ensemble de conditions relatives aux dissolvants, aux appareils et aux procédés d'extraction.

En ce qui concerne d'abord les dissolvants, ils doivent réunir les conditions suivantes :

1° On doit pouvoir les fabriquer ou les acheter à bon marché ;

2° Ils doivent posséder un grand pouvoir dissolvant pour l'huile, sans dissoudre les matières étrangères qui nuisent à la qualité de l'huile ;

3° Ils ne doivent pas se décomposer, ne pas détériorer les résidus, ni les huiles ;

4° Ils doivent être facilement et complètement volatils et leurs vapeurs doivent être faciles à condenser ;

5° Leurs vapeurs ne doivent pas présenter de danger d'incendie ni être nuisibles à la santé des ouvriers.

Quant à la première condition, c'est incontestablement la benzine de pétrole qui la remplit le mieux.

La deuxième condition est également remplie par la benzine, qui dissout moitié moins de matières étrangères de l'huile que les autres dissolvants.

La troisième condition est remplie par la plupart des dissolvants. L'essentiel est d'employer un dissolvant bien pur et non altéré par une conservation défectueuse ; dans ces conditions, ils ne nuisent ni à la qualité de l'huile, ni à celle des résidus.

La quatrième condition est la mieux remplie par l'éther et le canadol ; c'est le sulfure de carbone qui est le plus difficile à

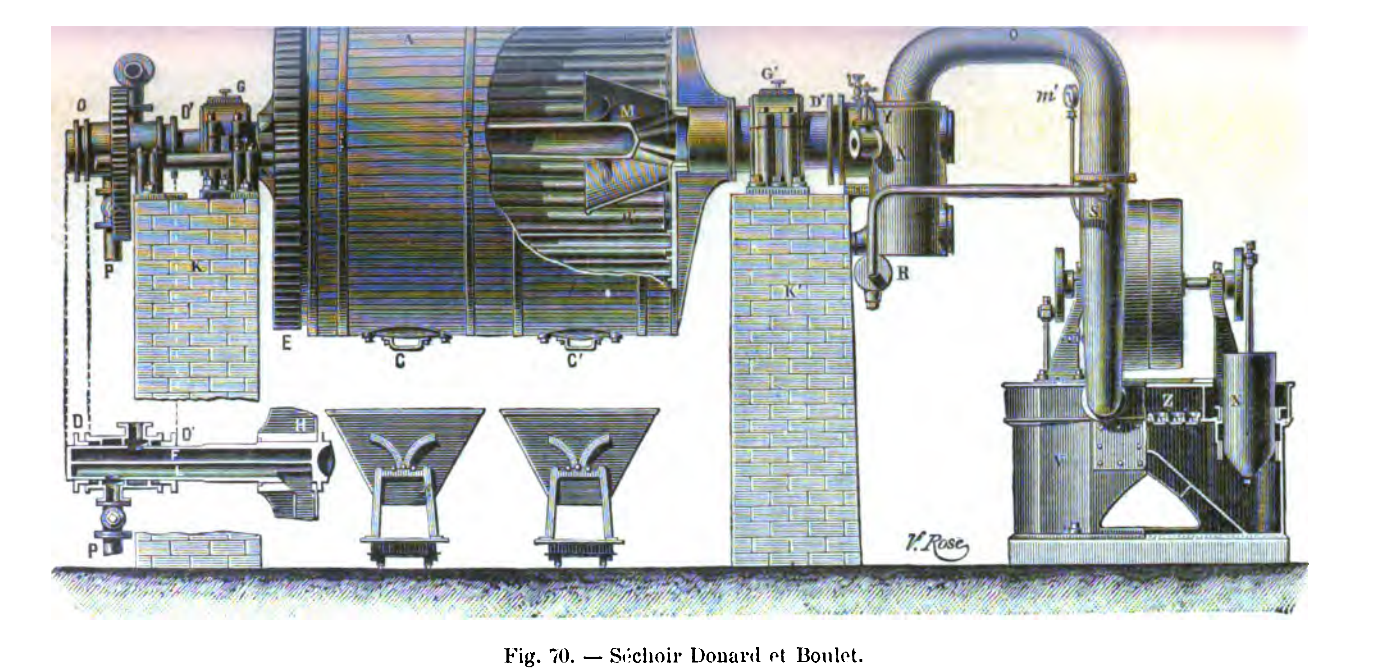


Fig. 70. — Séchoir Donard et Boulet.

A, enveloppe cylindrique ; B. tubes de chauffe ; CC, trous de charge et de vidange ; DD', presse-étoupe d'entrée et de sortie de vapeur de chauffe ; D'', presse-étoupe de sortie des vapeurs extraites de la matière à traiter ; H, chambre d'entrée de la vapeur de chauffe et de sortie de cette vapeur condensée, munie d'une denture pour la rotation E ; P, sortie de la vapeur de chauffe condensée ; GG', paliers ; M, chicane arrêtant les entraînements ; N, boîte à poussière ; O, tuyau conduisant au condenseur ; R, tuyau d'injection ; S, condenseur ; V, pompe à air ; X, piston de la pompe ; Z, clapets ; Y, robinet de rentrée d'air ; *t*, thermomètre ; *mm*, manomètres ; *s*, sonde pour prélever des échantillons.

éliminer complètement des résidus, mais on y réussit toujours avec un travail soigné.

Enfin, la cinquième condition est parfaitement remplie par le tétrachlorure de carbone.

En définitive, c'est la benzine qui paraît être le dissolvant le plus approprié pour l'extraction de l'huile, notamment des huiles de bouche, pour lesquelles on ne devrait jamais employer de sulfure de carbone. La benzine n'agit bien qu'à chaud, il est vrai, tandis que le sulfure de carbone peut être employé pour l'extraction à froid.

En ce qui concerne les appareils et procédés d'extraction, il convient de remarquer que l'on fait arriver le plus souvent le dissolvant dans l'extracteur par le bas et que l'extraction se fait généralement à froid. Dans beaucoup de cas aussi, les extracteurs sont indépendants les uns des autres ; d'autres fois. il sont reliés en batterie, de telle sorte que le dissolvant se rende du premier dans le deuxième, de celui-ci dans le troisième et ainsi de suite. L'élimination du dissolvant de l'huile et des résidus se fait, en règle genérale, d'abord par chauffage extérieur de l'extracteur, ensuite par injection de vapeur directe, distillation et condensation du dissolvant.

Il y a exception à cette règle pour le cas où le dissolvant arrive dans l'extracteur par le haut et que l'extraction se fait à chaud, et pour le cas où l'on emploie de l'air comprimé ou le vide pour extraire le dissolvant des résidus ; enfin, l'extraction dans le vide ou par la vapeur.

L'injection du dissolvant par le bas est indiquée pour le sulfure de carbone, qui est plus lourd que la solution d'huile qui le surnage. La benzine, le canadol et l'éther doivent entrer dans l'extracteur par le haut, car dans ces cas, c'est la solution qui est plus lourde que le solvant et elle se mélangerait avec lui si on le faisait entrer par le bas.

Quant à la durée de contact du dissolvant avec les matières, nous ferons remarquer que, dans certains cas, on laisse le dissolvant, dont on a complètement rempli l'extracteur, en con-

tact avec les matières pendant des heures entières avant de le remplacer par du dissolvant frais ; d'autres fois, on met jusqu'à deux heures pour remplir l'extracteur de dissolvant. En principe, il est hors de doute que le dissolvant sera d'autant mieux utilisé que le contact sera plus prolongé ; mais, d'un autre côté, il faut tenir compte aussi de la perte de temps. Il vaut donc mieux ne faire passer le dissolvant que lentement par les diffuseurs.

Pour le faire circuler plus rapidement, il faudrait déjà un plus grand nombre de ces appareils.

COMPARAISON ENTRE LES RÉSULTATS FOURNIS PAR LES PRESSES ET CEUX FOURNIS PAR LES DISSOLVANTS

Une question qu'on a souvent posée, et qui est assez difficile à résoudre est celle-ci : Auquel des deux procédés faut-il donner la préférence, à celui par pression ou à celui par les dissolvants, ou les deux méthodes se valent-elles ?

Pour répondre à cette question, il faudrait faire une étude comparative des résultats exacts fournis par ces deux procé dés. Or, les renseignements publiés sur ce sujet, sont la plupart du temps contradictoires et, par suite, peu comparables.

Nous allons néanmoins donner, d'après Bornemann, quelques chiffres sur les rendements en huile obtenus d'après les deux procédés; l'auteur fait remarquer, toutefois, que les chiffres fournis relativement à l'extraction par les dissolvants, sont, en partie du moins, des chiffres obtenus au laboratoire.

Graines.	Rendement en huile		Noms
	par pression	par les dissolvants	des auteurs.
—	—	—	—
Navette	40,81 0/0	50 0/0	Boussingault.
Colza	39,245 »	44,626 0/0	Wicke.
Colza de printemps.	30 »	36 à 40 »	Vohl.
Rabette	34 »	45 à 50 »	»
Navette d'hiver	33 »	39 à 42 »	»

Ces chiffres démontrent clairement que le rendement en huile est plus élevé pour le procédé d'extraction par les dissolvants. Ces indications se rapportent aux résidus pris au moment de leur écoulement dans le commerce. On voit que les résidus de pression renferment en moyenne de 6 à 10 p. 100 d'huile, tandis que ceux des matières traitées par les dissolvants n'en contiennent que 2 à 8 p. 100. Donc, par l'emploi des dissolvants on obtient 4 à 8 p. 100 de plus que par la pression. A ce point de vue, l'emploi des dissolvants paraît préférable.

LES RÉSIDUS D'HUILERIE

Les résidus d'huilerie sont des sous-produits très importants, car ils possèdent une valeur marchande assez élevée, soit comme engrais, soit comme aliment pour le bétail. La forme sous laquelle ils se présentent varie suivant le mode d'extraction :

Avec les presses, ils prennent la forme de tourteaux ou gâteaux rectangulaires.

Ceux-ci contiennent une proportion d'huile relativement élevée, mais ils sont pauvres en albumine et autres matières nutritives.

Les tourteaux obtenus par la pression à froid sont plus riches en huile que ceux obtenus à chaud.

Souvent les tourteaux sont mis dans le commerce à l'état de farine. Pour les réduire en cet état, on se sert de broyeurs spéciaux. La farine ainsi obtenue est tamisée pour en éliminer les impuretés de toute sorte, dont quelques-unes sont nuisibles au bétail. En outre, la poudre de tourteaux est plus exposée à moisir et à s'altérer que les tourteaux eux-mêmes. Il est, dès lors, à recommander aux cultivateurs d'acheter les résidus d'huilerie à l'état de tourteaux, à moudre ceux-ci au fur et à mesure des besoins et de tamiser ensuite la farine.

Les résidus obtenus par l'emploi des dissolvants constituent

la farine de tourteaux. Ces résidus sont les moins riches en huile, mais les plus riches en albumine et autres matières nutritives. Mais, comme on laisse parfois intentionnellement une certaine quantité d'huile dans les résidus, la composition de ces derniers s'en trouve modifiée.

Les premières recherches complètes sur les tourteaux d'huilerie, ont été faites par Soubeiran et Girardin.

Le tableau suivant montre la composition *moyenne* des tourteaux, d'après Schædler :

	Eau	Graisse	Mat. non azotées	Cendres	Mat. protéiques	Azote
	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Arachide	11,50	8,80	31,10	7,25	41,35	6,80
Coton	13,00	7,50	51,00	8,50	20,00	2,90
Navette	10,12	9,23	41,93	6,84	31,88	5,00
Rabette	11,35	9,00	42,82	6,28	30,55	4,50
Sésame	10,35	10,10	38,80	9,80	31,93	5,00
Faines	11,40	8,50	49,80	5,30	24,00	3,20
Lin	10,56	9,83	44,61	6,50	28,50	4,25
Cresson alénois	12,23	7,68	47,00	12,50	20,50	3,00
Cameline	9,60	9,20	50,90	7,00	23,30	3,60
Œillette	9,50	8,90	37,67	11,43	32,50	5,00
Tournesol	10,20	8,50	48,90	11,40	21,00	2,40
Madia	11,86	7,90	50,00	12,24	18,00	2,50
Chenevis	10,00	8,26	48,00	12,24	21,50	3,30
Noix de palme	9,50	8,43	40,95	10,62	30,40	4,50
Noix de coco	10,00	9,20	40,50	10,50	30,00	4,50

La composition moyenne des cendres est la suivante :

	Potasse	Soude	Magnésie.	Chaux	Oxyde de fer	Chlore	Acide sulfurique.	Acide silicique.	Acide phosphorique
	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Coton	89,05	.....	18,50	3,75	1,58	.....	0,93	20,96	30,45
Navette	22,01	0,25	14,75	8,72	4,50	0,37	1,62	13,07	32,70
Olives	28,25	6,89	1,07	21,83	7,82	0,83	4,15	20,35	8,80
Faines	14,98	10,66	8,23	30,58	0,62	0,95	1,30	7,93	22,43
Lin	16,01	0,88	9,35	5,60	1,45	0,52	1,43	39,10	28,62
Œillette	1,00	5,43	5,26	34,10	.....	.....	2,41	5,88	45,92
Tournesol	25,32	5,10	2,82	6,89	4,50	2,73	5,88	12,43	34,73

Madia........	14,63	8,72	10,12	11,50	2,40	1,83	2,05	6,55	42,70
Chenevis.....	18,52	1,13	9,88	20,64	2,13	..,..	1,13	9,50	37,07
Noix.........	33,08	..,..	12,15	6,76	0,30	0,22	1,23	1,61	43,74
Noix de palme.	19,10	9,88	17,39	11,96	3,54	..,..	2,02	2,94	42,16
Noix de coco..	40,57	2,30	2,95	4,71	3,54	13,42	3,79	3,38	26,98

Les tourteaux ont une grande importance en agriculture, qui les emploie soit comme aliments pour le bétail, soit comme engrais.

En règle générale, on les emploie de préférence comme aliments, et ce mode d'utilisation est plus rationnel. Cependant, il se présente des cas où les tourteaux sont impropres à l'alimentation; on les emploie alors directement comme engrais.

La théorie et la pratique sont d'accord pour recommander l'emploi des tourteaux pour l'alimentation du bétail à l'engrais. Les graines oléagineuses contiennent, en effet, une proportion importante de matière azotée (protéique), analogue à la caséine par sa composition et ses propriétés.

Les tourteaux restant dans la presse contiennent la totalité de cette matière azotée. A côté de cette matière, ils contiennent environ 10 p. 100 de matière grasse directement assimilable, qui concourt à la formation du tissu graisseux et contribue, indirectement, à la production de la chaleur animale dans le processus respiratoire. Enfin, les tourteaux contiennent encore des sels phosphatés qui servent à l'augmentation du système osseux. Pour tous ces motifs, les tourteaux constituent un des aliments les plus utiles.

Le meilleur mode d'emploi des tourteaux dans l'alimentation du bétail, consiste à les réduire d'abord en poudre, à délayer celle-ci dans de l'eau chaude et à y ajouter ensuite d'autres aliments. Les tourteaux de lin sont considérés comme les plus nutritifs; c'est pourquoi on les donne de préférence aux vaches laitières.

En seconde ligne se placent ceux de navette et de colza.

En troisième lieu viennent indistinctement ceux d'autre origine.

Si les tourteaux constituent un excellent aliment pour le bétail, il ne s'ensuit pas qu'on doive l'en nourrir exclusivement ; avec ce régime, les vaches laitières donneraient du lait de mauvaise qualité, et les animaux à l'engrais de la viande et de la graisse de qualité médiocre. Pour les tourteaux d'arachides, il faut encore distinguer s'il proviennent d'arachide décortiqué ou non ; dans ce dernier cas, ils ont une valeur moindre, quoique plus élevée que celle des tourteaux provenant d'arachide décortiqué avant leur transport en Europe.

Les tourteaux de graines de coton doivent être exempts de fibres de coton qui, absorbés en même temps, produiraient chez le bétail des maladies spéciales. (*Chem. Centralbl.*, 1886.)

En ce qui concerne les résidus provenant des matières traitées par les dissolvants, nous donnons également les résultats de recherches relativement récentes faites par E. Sievert. (*Centralbl. f. Agrikulturchemie*, 1887.)

Tourteaux de :	Eau	Cendres	Sable	Matière grasse	Protéine	Fibrine	Hydrates de carbone
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Navette allemande...	10,90	7,32	—	8,96	31,00	8,14	32.95
— anglaise.....	10,06	7,59	1,79	8,73	31,95	7,74	32,64
— russe........	10,46	6,89	1,36	12,89	31,33	8,50	31,33
Lin allemand........	12,00	5,35	—	11,60	33,21	6,40	31,44
— russe............	12,74	5,18	4,42	12.93	26,85	6,43	31,45
Graine de coton	8,77	6,63	—	12,52	43,96	4,32	24,31
Arachide	10,79	4,66	1,33	7,72	41,13	5,76	28.86
Chènevis	15,14	7,86	—	7,11	27,56	19,20	23,13

La teneur en protéine et en huile est très variable, comme le montre le tableau suivant, d'après Dietrich. (*Centralbl. f. Agrikulturchemie*, 1886.)

Tourteaux de :	Huile p. 100			Protéine p. 100		
	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne
Graine de coton (farine).......	9,8	17,6	14,3	39,8	48,7	46,3
Graine de coton (tourteau)	9,3	18,3	13,55	40,1	45,6	43,8
Sésame	9,4	17,7	14,1	34,6	41,1	37,4
Colza	7,4	11,4	9,6	30,3	36,8	33,6
Pavot	6,2	15,0	10,3	35,6	39,8	37,3

Pour l'analyse des résidus d'huilerie, il faut également avoir recours au microscope, car ces résidus présentent un terrain favorable au développement de certains microbes pathogènes. De ce que les résidus n'ont pas une apparence de moisi, il ne s'ensuit pas qu'ils soient en parfait état de conservation ; car, parmi ces résidus il s'en trouve qui moisissent difficilement (tourteau de coton) et qui déterminent parfois des maladies chez le bétail. Il faut conclure de là que leur effet nuisible est produit par des microbes, dont on constate la présence au moyen du microscope. Meyer a également trouvé dans l'extrait de tourteau de l'acide cyanhydrique. Burkhard y a trouvé du sucre. Tous ces faits prouvent que l'analyse des tourteaux est presque toujours nécessaire.

On a beaucoup discuté la question de savoir si les résidus de colza sont une nourriture avantageuse pour le bétail ; on ne peut répondre d'une manière absolue à cette question, parce que la solution dépend du but que l'on se propose. Lorsque le bétail est jeune et n'a pas acquis sa croissance, il paraît, d'après les expériences de M. Strengeld, de Tharand, que l'on trouve avantage à employer les résidus de colza, parce que la croissance des animaux réclame une nourriture plutôt riche en acide phosphorique et en azote qu'en corps gras. Pour les vaches laitières, ces mêmes résidus paraissent avantageux, au dire des agronomes expérimentateurs. Pour l'engraissement, au contraire, il vaut mieux employer des aliments riches en corps gras.

Les tourteaux doivent être conservés dans un magasin aéré. La farine de tourteaux doit être, en outre, pelletée fréquemment pour éviter la moisissure.

L'intérêt du fabricant est de s'en défaire le plus vite possible.

Dosage de l'huile dans les tourteaux. — On a souvent intérêt à doser l'huile dans les tourteaux. M. A. Bilteryst a proposé de faire ce dosage par extraction de l'huile au moyen du tétrachlorure de carbone (1). Le procédé est le suivant :

(1) *Bull. belge Ass. Chim.*, X, 406-410.

On met 10 grammes de la matière dans l'extracteur et on chauffe pendant trois heures. On évapore ensuite le dissolvant et on pèse l'huile résiduelle.

Quand on opère à froid, on n'a pas besoin de l'extracteur : on opère alors sur 20 grammes de la matière qu'on agite dans un flacon avec 100 centimètres cubes de tétrachlorure à différents intervalles pendant vingt-quatre heures. On prélève ensuite 50 centimètres cubes du liquide, on filtre et évapore ; l'huile résiduelle représente alors celle de 10 grammes de la matière, déduction faite du volume que la matière grasse elle-même occupait dans l'extrait. On s'en rend compte en redissolvant l'huile dans 50 centimètres cubes de tétrachlorure et multipliant le poids de l'huile par une fraction dont le numérateur est le nouveau volume, et le dénominateur les 50 centimètres cubes de solution évaporée.

La méthode à chaud par le tétrachlorure est plus expéditive que la méthode par l'éther et, en même temps, à l'abri de tout risque d'incendie du dissolvant. Comme ce dernier ne contient et n'absorbe jamais d'eau, il n'est pas nécessaire de sécher le tourteau à 100° C. La méthode à froid n'exige pas d'appareils fragiles ou couteux.

BACTÉRIES ET CHAMPIGNONS DANS LES TOURTEAUX

La décomposition des tourteaux et matières analogues par les infiniment petits, a été étudiée récemment par J. König, Spieckermann et W. Bremer (*Z. Unters.*, 1901, 721). Des essais faits sur de la farine de coton ont prouvé que les échantillons ne contenaient d'autres microorganismes que des champignons mycéliens et des bactéries du groupe des bacilles du pain et des pommes de terre. On constata cependant la présence d'une quantité plus importante des champignons dans la farine contenant plus de 14 p. 100 d'eau. Lorsque la teneur en eau varie de 14 à 30 p. 100, ce sont les champignons mycé-

liens qui se multiplient le plus, au-dessus de 30 p. 100 d'eau ce sont les bactéries qui prédominent.

La flore des champignons mycéliens subit des variations avec l'augmentation de la teneur en eau. La moisissure a toujours été introduite par l'*Eurotium repens*, suivi bientôt d'*Eurotium rubrum*. A environ 20 p. 100 d'eau, apparurent les champignons de moisissure désignés sous le nom d'*Oïdium*, à 25 p. 100 d'eau le *Penicilium glaucum*.

La végétation des champignons est toujours accompagnée d'une perte de matière organique et d'une augmentation de la teneur en eau (par suite du processus respiratoire). Dans les premières phases de la moisissure (jusqu'à 20 p. 100 d'eau) cette perte se fait exclusivement aux dépens de la matière grasse, dont la teneur est toujours très élevée. A une teneur plus élevée en humidité, surtout avec l'apparition de *Penicilium glaucum*, la matière grasse est détruite en proportion importante, de même que les matières extractives non azotées, tandis que les pentosanes ne le sont qu'en faible proportion. Les matières protéiques sont transformées en faible quantité par les champignons mycéliens, en matières azotées solubles dans l'eau, mais leur décomposition ne va pas jusqu'à leur transformation en ammoniaque. Une faible partie des combinaisons azotées est vraisemblablement comburée avec formation d'azote.

Les bactéries couvrent leur besoin de carbone en majeure partie par les matières extractives non azotées et les pentosanes, et à un faible degré par la matière grasse. Par contre, elles produisent une décomposition profonde des matières protéiques qu'elles amènent partiellement jusqu'à la forme de l'ammoniaque.

Des essais faits avec des champignons mycéliens, recueillis de la farine de graines de coton et soumis à une culture pure dans de la farine de coton stérilisée ont démontré, en outre, que ces champignons s'attaquent de préférence aux matières grasses et aux acides gras supérieurs comme sources

de carbone. La destruction de matière grasse est accompagnée d'une décomposition de cette matière.

Des cultures d'*Aspergillus flavus* et d'*Eurotium repens* dans de la farine de coton stérilisée on a pu extraire avec de la glycérine des enzymes qui séparèrent de l'acide butyrique de monobutyrine. Les champignons n'ont pas exercé une action absolument semblable sur l'huile de coton. Dans la destruction de la matière grasse de la farine de coton, les glycérides sont décomposés d'abord, ainsi que cela résulte de l'augmentation ou de la quantité des acides gras libres formés dans la matière grasse restante. La matière grasse est, selon toute apparence, transformée en majeure partie directement en eau et en acide carbonique.

MONOGRAPHIES DES HUILES

I. — Huiles fluides non siccatives.

HUILE D'ACAJOU

Cette huile est extraite des fruits d'*Anacardium occidentale* L., de la famille des Anacardiacées, arbre originaire de l'Amérique Centrale, et très répandu sous les tropiques. Dans les Indes Orientales on combine sa culture avec celle du poivrier et du vanillier, auxquels ses branches étalées forment un ombrage favorable. Les fruits, appelés noix d'acajou, sont allongés, convexes d'un côté et concaves de l'autre, et contenus dans une coque dure, très lisse. Sous la coque se trouve une couche d'huile noirâtre, épaisse, ininflammable et tellement violente qu'elle produit des ampoules sur les lèvres du dégustateur non prévenu. Derrière la couche d'huile on trouve une amande d'une saveur agréable, que les indigènes font griller pour la manger. On l'emploie aussi pour la fabrication de l'huile et du chocolat.

Le fruit est porté par une tige charnue dont la grosseur varie

depuis celle de la cerise jusqu'à celle d'une orange, et dont la couleur est blanche, jaune ou rouge. Cette tige, appelée poire d'acajou, est complètement exempte de l'âcreté qui caractérise les feuilles et les fruits de cet arbre ; elle possède une saveur fraîche, acidulée, rafraîchissante. C'est pourquoi elle constitue elle-même un excellent fruit. En soumettant son jus à la fermentation, on obtient une boisson vineuse qui, à la distillation, fournit une liqueur très estimée.

De l'écorce de l'arbre s'écoule une résine qui a une grande analogie avec la gomme arabique et sert aux mêmes usages.

Les amandes de la noix fournissent 40 à 50 p. 100 d'une huile claire, très onctueuse, analogue à l'huile d'olives. Sa densité est de 0,916. Elle est comestible.

HUILE D'AMANDE DOUCE

L'huile d'amande douce est extraite des fruits de l'amandier (*Amygdalus communis L.*), bel arbre de la famille des Amygdalées, originaire de l'Orient et cultivé dans la plupart des pays de l'Europe méridionale, principalement dans le midi de la France, en Italie et en Espagne.

Parmi les amandes douces on distingue les amandes à peau rugueuse, dont on extrait l'huile, et les amandes à peau lisse que l'on sert à table comme dessert.

Bien que les amandes douces et les amandes amères soient considérées comme de simples variétés d'une même espèce, elles n'en sont pas moins de nature très différente au point de vue de la composition chimique. Tout d'abord, les amandes douces renferment 45 à 55 p. 100 d'huile, et en outre un ferment non formé, *l'émulsine* ; les amandes amères ne contiennent que 30 à 45 p. 100 d'huile et, en outre de l'émulsine, un glucoside appelé *amygdaline* qui est le principe de l'essence d'amandes amères. Lorsque l'émulsine et l'amygdaline entrent en contact

en présence d'eau, elles donnent lieu à la formation d'essence d'amandes amères, d'acide cyanhydrique et de glucose. L'acide cyanhydrique ou prussique constitue un poison violent ; il se développe également dans l'appareil digestif quand on mange des amandes amères ; c'est pourquoi l'ingestion de grandes quantités de ces amandes peut amener des empoisonnements graves.

L'essence d'amandes amères est un liquide incolore, d'une odeur forte d'amandes amères ; on l'emploie en parfumerie et dans la fabrication de certaines liqueurs. Dans la fabrication de l'huile d'amandes amères, l'amygdaline et l'émulsine restent intactes dans les tourteaux, à condition bien entendu qu'on n'y ajoute pas d'eau.

La récolte des amandes a lieu vers l'automne : on cueille les fruits à la main lorsque le péricarpe se dessèche et s'ouvre presque de lui-même. Après la cueillette on les en débarrasse et on les expose à l'air pendant deux à trois jours pour achever la dessiccation. Pour conserver les amandes et les préserver du rancissement et des vers, il faut bien se garder de les dépouiller des coques.

Voici la composition des amandes amères (Boullay) :

Pellicule contenant un principe astringent..	5
Huile	54
Albumine	24
Sucre liquide	6
Matière fibreuse	4
Eau	3,5
Gomme	0,3
Acide acétique	0,5
Inconnu et pertes	2,7
	100,0

Extraction de l'huile. — L'extraction de l'huile d'amandes ne présente pas de difficultés. Après les avoir débarrassées de la poussière qui y adhère, on les réduit en pâte au moyen d'un pilon ou mieux à l'aide d'un moulin et sans les débarrasser de la peau. Parfois aussi on les trempe dans l'eau froide pendant

8 à 10 heures, au bout desquelles la peau se laisse facilement enlever. Les amandes broyées sont mises dans des sacs de coutil ou dans des scourtins qu'on empile sur le plateau d'une presse hydraulique et on actionne le levier de celle-ci pour extraire l'huile. Cette pression, qu'on renouvelle deux fois, se fait à froid, car la chaleur provoque le rancissement de l'huile. Le tourteau est ensuite soumis à une nouvelle pression à chaud. Il faut éviter autant que possible d'ajouter de l'eau à la pâte avant de la soumettre à la pression.

L'huile d'amandes obtenue par pression a besoin d'être filtrée. Cette opération doit se faire autant que possible le jour même de l'extraction, car on a reconnu que si l'huile reste sur son dépôt ou avec les corps qui souillent sa transparence, elle subit une certaine altération. Lorsqu'on opère sur de petites quantités, on établit des filtres de papier sans colle sur des entonnoirs de verre placés sur des bocaux et on procède ainsi à la filtration. L'huile filtrée est conservée dans des bouteilles de verre noir, bien bouchées, qu'on dépose à la cave.

100 kilogrammes d'amandes fournissent ordinairement 40 à 45 kilogrammes d'huile.

On peut également extraire cette huile par diffusion au moyen du sulfure de carbone, qui ne dissout ni l'émulsine ni l'amygdaline ; on peut donc soumettre les résidus à l'action de la vapeur sans inconvénient, l'émulsine étant rendue inactive par l'action de la chaleur. L'amygdaline, par contre, ne tarde pas à se décomposer dans le sens indiqué plus haut lorsqu'on laisse refroidir les résidus devenus humides par la vapeur et qu'on les mélange avec des amandes fraîches.

Composition et propriétés. — L'huile d'amandes douces a une coloration jaune clair et une saveur douce, agréable. Elle est plus fluide que l'huile d'olives, soluble dans 60 parties d'alcool froid et dans 15 parties d'alcool bouillant, facilement soluble dans l'éther et le chloroforme. Elle se congèle difficilement ; mais elle est très exposée à rancir. Sa densité à 15°C varie entre 0,917 et 0,920. Elle commence à s'épaissir vers

— 10°C; entre — 16° et — 20°C elle se trouble et devient consistante entre — 20 et — 25°C. Ses acides gras fondent à 14° et se solidifient à 5°C.

L'huile d'amandes se compose de 24 p. 100 de stéarine et de 76 p. 100 d'oléine. La saponification de 100 parties de cette huile exige 18,79 à 19,54 parties de potasse caustique. Sous l'action des vapeurs nitreuses, l'huile d'amandes ne se solidifie que difficilement et seulement au bout de 8 à 12 heures.

Falsifications. — L'huile d'amandes est l'objet de nombreuses falsifications, et il est difficile de la trouver à l'état pur dans le commerce.

Emplois. — L'huile d'amandes est employée en parfumerie pour la fabrication des huiles dites antiques; mais on l'emploie plus souvent en pharmacie pour la fabrication des loochs, des potions huileuses, des savons médicinaux, etc. Le savon d'huile d'amandes douces ressemble aux autres savons par sa couleur et sa consistance ; mais il s'en distingue par son extrême fusibilité, car il fond à 50°C et se fige de nouveau dès que la température s'abaisse.

L'huile d'amandes douces privée de sa stéarine résiste aux plus grands froids sans perdre sa fluidité.

Résidus. — Suivant Schædler, les amandes contiennent 2,86 à 3,70 p. 100 de cendres dont la composition est la suivante :

Potasse	27,75	0/0
Soude	0,23	»
Magnésie	17,66	»
Chaux	8,81	»
Oxyde de fer	0,55	»
Chlore	—	
Acide sulfurique	0,37	»
» silicique	—	
» *phosphorique*	43,63	»
	100,00	0/0

HUILES D'AMANDES AMÈRES

Elle se prépare de la même manière que l'huile d'amandes douces et jouit des mêmes propriétés physiques que cette dernière ; sa saveur est surtout identique. Le principe amer et l'acide prussique qui se trouvent contenus dans les amandes amères restent dans les tourteaux après le pressurage.

Des résidus d'amandes amères on extrait l'essence d'amandes amères : 100 kilogrammes de ces résidus rendent environ 125 grammes d'essence.

L'huile d'amandes amères est préparée par pression à froid, possède une saveur douce et son emploi en médecine ne présente aucun inconvénient. Il n'en est pas de même de l'essence ou huile volatile obtenue par la distillation des amandes amères ou de leur tourteau. On a reconnu à cette essence des propriétés toxiques, ainsi que l'a démontré M. Vogel, de Munich.

Falsifications. — L'huile grasse d'amandes amères est généralement falsifiée par le mélange d'huile de noyaux d'abricots et de prunes, de pavot, de sésame, de faînes, de noix, etc. On n'a encore trouvé aucun procédé pratique pour déceler ces adultérations.

a) *Huile de noyaux de pêches*

L'huile de noyaux de pêches ou huile persique est extraite des noyaux des fruits de l'*Amygdalus persica* (Amygdalées). Ces noyaux contiennent les amandes qui renferment, comme les amandes amères en général, outre l'huile grasse, de l'émulsine et de l'amygdaline. On écrase les noyaux, et les amandes broyées fournissent l'huile par pression.

Cette huile est jaune clair, très fluide ; son odeur et sa saveur sont les mêmes que celles de l'huile grasse d'amandes amères ;

elle renferme, outre l'oléine, un peu de stéarine et de palmitine. Elle se solidifie à — 18°C ; sa densité est de 0,915.

Les amandes de pêches contiennent 32 à 35 p. 100 d'huile ; on en obtient environ 30 p. 100 par la pression. Cette huile se trouve dans le commerce sous le nom d'huile d'amandes. Elle se fabrique surtout en Italie et dans le midi de la France.

b) *Huile de noyaux d'abricots*

On l'extrait des amandes d'abricot (*Prunus armeniaca L.*), arbre de la même famille que l'amandier. L'abricot tient le milieu entre la pêche et la prune ; ce fruit est commun en Grèce et en Chine où il est cultivé sur une grande échelle en vue de l'extraction de l'huile qu'on emploie pour l'éclairage et dans l'alimentation.

Pour extraire l'huile, on brise les noyaux, on enlève les amandes, on les broie finement et les presse. Les résidus servent à la préparation d'un ratafia d'abricots. Le rendement en huile est de 30 à 35 p. 100.

Celle-ci est incolore à l'état frais ; mais avec l'âge elle prend une coloration qui va du jaune clair au jaune foncé. Sa saveur est douce et agréable ; son odeur rappelle celle des amandes amères. L'huile rancit facilement ; elle se congèle à — 14°C ; sa densité varie entre 0,915 et 0,916. Pour saponifier 100 parties de cette huile, il faut 19,29 parties de potasse caustique. Ses acides gras fondent à 4°5C et se solidifient à 0°C.

c) *Huile de noyaux de prunes*

On l'extrait des noyaux de prunes de la même manière que l'huile d'amandes douces. L'amande de prune renferme 25 à 30 p. 100 d'huile, mais on ne parvient à en extraire plus de 20 p. 100.

Cette huile est jaunâtre, d'une saveur agréable analogue à

celle de l'huile d'amande douce. Sa densité est de 0, 919 à 15°C, elle se solidifie à — 8°75C. On la fabrique surtout en Allemagne où elle est employée comme huile comestible et pour l'éclairage.

d) *Huile de noyaux de cerises*

Extraite des noyaux de cerises qui en renferment 25 à 30 p. 100. Les cerises appartiennent également à la famille des Amygdalées.

Cette huile a une coloration jaune d'or ; sa saveur est douce et agréable. Sa densité est de 0,923 ; elle se solidifie entre — 19 et — 28°C, elle rancit très rapidement. On la fabrique surtout dans les Alpes ; elle est mélangée aux huiles d'olives dans la proportion de 1/6. Fabriquée à chaud, elle constitue une excellente huile d'éclairage.

HUILE D'ARABETTE

L'arabette ou arabis est une plante de la famille des Crucifères. C'est une herbe qui forme des touffes de 15 à 20 centimètres de haut ; elle est vivace et annuelle, on la rencontre dans les Alpes et dans les montagnes du midi de l'Europe et dans certaines régions boréales de l'Asie et de l'Amérique.

Le fruit est une silique étroite, allongée et comprimée entre deux valves planes munies de côtes ; les graines, très nombreuses, sont disposées en une ou deux séries.

On en connait une soixantaine d'espèces dont les plus importantes sont l'arabette des Alpes (*Arabis alpina*), l'arabette du Caucase (*Arabis caucasica*), l'arabette des sables (*Arabis arenosa*), l'arabette de Chine (*Arabis chinensis*), etc. Mais la plus intéressante d'entre elles, au point de vue de l'extraction de l'huile, est l'arabette polymorphe (*Arabis sagittata*), qui est d'ailleurs la plus grande de toutes et que l'on rencontre dans les bois, les prés, les lieux pierreux dans presque toute

l'Europe. Son fruit, une petite graine ovale, renferme environ 21 p. 100 d'huile.

Celle-ci est jaune clair, d'une odeur analogue à celle de l'huile de cameline. Sa densité est de 0,9151 ; elle se solidifie à — 5°C. Elle se compose de :

Oléine.............	88 0/0
Palmitine..........	10 »
Stéarine...........	2 »
	100 0/0

L'acide hypoazotique la solidifie en six heures et demie; l'acide sulfurique donne une coloration verte. Le chlore gazeux ne la colore pas. Par ses propriétés elle se rapproche beaucoup de l'huile de cameline et de celle de navette. Elle peut remplir les mêmes usages que ces huiles ; son mode d'extraction est également le même que pour ces dernières.

HUILE D'ARACHIDE

Origine. — L'arachide, connu aussi sous le nom de *pistache de terre*, est le fruit d'une légumineuse, l'*Arachis hypogœa*. Cette plante se rencontre partout sous les tropiques; elle est cultivée de temps immémorial même par les peuplades sauvages occupant le dernier degré de civilisation. On trouve également l'arachide à l'état sauvage dans certaines provinces du Brésil dans lesquelles le sol n'a probablement jamais été cultivé, ce qui permettrait de croire que l'arachide est originaire du Brésil.

L'arachide est une plante annuelle; elle est herbacée et s'étend beaucoup sur le sol ; ses tiges et ses feuilles sont garnies de poils. Elle produit des fleurs jaunes ; dès que la floraison est terminée, la tige qui a porté des fleurs s'allonge, se recourbe et plonge le fruit naissant dans le sol où il continue à se développer jusqu'à sa maturité. Ce fruit consiste en une noix ovoïde, recouverte d'une sorte de filet fibreux et renfer-

mant 2, 3 ou 4 graines de la grosseur d'une noisette. Ces graines possèdent une grande valeur nutritive et constituent un aliment de première nécessité dans beaucoup de contrées de l'Afrique et de l'Amérique du Sud. L'arachide est d'ailleurs un fruit très appétissant ; dans beaucoup de villes des Etats-Unis d'Amérique, il est vendu dans les rues à la façon des marrons chauds. En Angleterre, on en fabrique du chocolat bon marché. A Paris, des petits marchands au panier le vendent à la terrasse des cafés sous le nom de *cacaouette* ; cet usage, qui date de l'Exposition de 1889, a été importé ici par des ambulants arabes.

Les arachides du Sénégal se présentent sous deux qualités différentes : les arachides *haut de côte* sont les meilleurs ; ceux de *bas de côte* sont souvent mélangés de pierres et autres impuretés. Ils sont mis au marché munis de leur coque ou décortiqués ; dans ce dernier cas, ils se conservent moins bien et sont exposés à se détériorer (rancir) en cours de transport, et fournissent alors une huile de qualité moindre. On importe également des Indes de l'huile d'arachides ; mais celle-ci, fabriquée le plus souvent sans soins, est toujours rance.

Production. — L'Afrique occidentale, pourtant très arriérée au point de vue cultural, fournit chaque année d'énormes quantités d'arachides. La Gambie, par exemple, qui n'en exportait que 800.000 kilogrammes il y a 40 ans, fournit aujourd'hui au commerce européen plus de 20.000.000 de kilogrammes par an, d'une valeur de 3.250.000 francs. Sierra-Leone, de son côté, n'en exporte pas moins de 25.000.000 de kilogrammes à destination de la France. Les exportations du golfe de Guinée s'élèvent à 12.000.000 de kilogrammes par an.

Bref, les exportations totales d'arachides de la côte occidentale d'Afrique s'élèvent à environ 80.000.000 de kilogrammes par an. Cet immense mouvement commercial est monopolisé par le port de Marseille ; Hambourg et Londres sont les seules places en Europe en état de lutter sous ce rapport avec Marseille.

Les Indes produisent également d'énormes quantités d'arachides, mais la production est presque entièrement consommée par les indigènes, qui en font la base de leur alimentation.

Les noix d'arachides sont mises dans le commerce en l'état, munies de leur coque. Les 5/6e des quantités importées par le port de Marseille sont dans cet état, 1/6e seulement est débarrassé des coques. Pour ouvrir les noix, les Américains se servent d'une machine de Crocker, dite le « Peanut-Sheller ».

Variétés commerciales. — Les meilleurs arachides proviennent du Sénégal, les plus mauvais sont ceux expédiés de Madras. Les qualités commerciales reconnues sont les suivantes : Sénégal 51 p. 100 d'huile, Est-Africain 49 p. 100, Américain 42 p. 100, Bombay 44 p. 100, et Madras 43 p. 100. Les noix sont généralement exportées à l'état non décortiqué de la côte occidentale d'Afrique et d'Amérique ; la graine seule, décortiquée, est souvent expédiée de la côte orientale d'Afrique et des Indes. Mais l'économie de fret qui en résulte est contrebalancée jusqu'à un certain point par la plus grande facilité avec laquelle les graines dépouillées de leur enveloppe rancissent pendant le transport. Les écorces, qui forment environ 23 p. 100 du poids total des noix sèches, sont employées en Allemagne dans la fabrication du papier et dans l'alimentation du bétail.

Extraction de l'huile. — L'huile d'arachide s'obtient par expression. La première pression se fait à froid ; puis on fait une deuxième et une troisième pression à chaud. Parfois aussi on trempe les tourteaux de première pression, on represse à froid et les résidus de cette pression sont à leur tour soumis à une troisième pression à chaud. Ce sont ces différentes opérations qui déterminent la qualité de l'huile. Le rendement en huile varie évidemment suivant le procédé d'extraction et aussi suivant la provenance de la matière première. Ainsi, l'arachide de Sierra Leone fournit jusqu'à 45 p. 100 d'huile, celui des Indes orientales 36 p. 100, l'arachide non décortiqué ne fournit que 30 p. 100. D'une façon générale, l'arachide provenant des con-

trées situées sous les tropiques est plus riche en huile que celle produite dans les pays tempérés.

La méthode générale employée à Marseille pour l'extraction de l'huile est la suivante :

En arrivant à l'usine, les noix d'arachide passent d'abord par un nettoyeur trieur qui les débarrasse des corps étrangers et des impuretés adhérentes. Elles sont ensuite dirigées, par une vis d'Archimède, dans une machine à décortiquer qui les dépouille de leur écorce. De là, les graines tombent dans la trémie du premier broyeur à cylindre en fonte qui les broie grossièrement et en élimine en même temps, grâce à un système très ingénieux, les corps étrangers, pierres, etc., qui peuvent encore s'y trouver. De cette machine, la matière passe dans un second broyeur qui la réduit en farine plus fine, et de là dans un long tamis hexagonal qui laisse passer la farine fine et retient la farine grossière qui retourne au broyeur.

La farine est ensuite chargée dans des scourtins en crin qui sont mis sous presse ; la pression est maintenue pendant une heure, temps suffisant pour extraire de la matière toute l'huile extractible par la première pression. On vide les scourtins et l'on broie la matière pour la seconde fois ; on la chauffe à une température d'environ 70° C., puis on la remet sous presse comme la première fois. Si l'on veut obtenir de l'huile de qualité fine, on supprime le second broyage ; on obtient alors moins d'huile, mais elle est de qualité plus fine. Le rendement en huile varie d'ailleurs suivant la qualité des noix : celles du Mozambique rendent en première pression 50 p. 100 d'huile vendue 70 à 95 francs les 100 kilog., et, en seconde pression, environ 12 p. 100 d'huile valant 45 à 50 fr. les 100 kilog.

Les arachides décortiqués fournissent à la pression hydraulique :

Huile de 1re qualité....	31,5 0/0
Huile de 2e qualité.....	5 à 10 »
Tourteaux............	54,8 »
Pertes, etc............	8,5 »

La composition de la noix d'arachide décortiquée est la suivante :

Eau	7,5
Matières albuminoïdes	24,5
Amidon	11,7
Huile grasse	50,0
Fibres brutes	4,5
Cendres	1,8
	100,0

Les cendres se composent de phosphate de soude et de potasse.

L'écorce se compose de :

Eau	2,61
Matières albuminoïdes	traces
Fibres brutes	85,48
Cendres	11,90
	100,00

Les cendres se composent de chlorure de sodium, magnésie et phosphate de chaux.

Les tourteaux d'arachide du commerce (de provenance africaine) ont la composition moyenne suivante :

Eau	9,6
Huile grasse	11,8
Matières albuminoïdes	31,9
Amidon, sucre, etc	37,8
Fibres brutes	4,3
Cendres	4,6
	100,0

Une autre analyse, de source officielle, nous fournit les chiffres suivants (tourteaux de pression) :

Eau	9,72	0/0
Huile	5,68	»
Fécule et hydrates de carbone digestibles	36,08	»
Protéine	40,05	»
Matière azotée autre que la protéine	1,07	»
Fibres brutes, matières non digestibles	3,86	»
Matières minérales	3,54	«

La matière minérale se compose principalement de potasse et d'acide phosphorique. Ces tourteaux constituent donc un excellent engrais estimé environ 112 francs la tonne. On les emploie aussi pour l'alimentation du bétail ; mais on affirme qu'ils constituent un aliment trop riche et trop huileux pour les bêtes de trait.

La farine d'arachides contient de la matière azotée en quantité tellement grande qu'on a songé à l'employer dans les rations des armées de terre et de mer, et dans l'alimentation de la classe ouvrière.

Comme on le voit par l'analyse ci-dessus, les tourteaux d'arachide sont plus riches en matière azotée que les fèves de soja, qu'on avait considérées jusque-là comme une substance alimentaire typique des classes sus-mentionnées ; ils constituent donc un aliment azoté riche et bon marché.

Leur prix de vente est de 13 francs quand ils proviennent d'arachides décortiqués.

Composition et propriétés de l'huile d'arachide. — L'huile d'arachide se compose des glycérides de plusieurs acides gras, savoir : l'acide oléique, l'acide palmitique, l'acide hypogéique et l'acide arachidique. La saponification complète de 100 parties (poids) de l'huile d'arachide exige 19,66 parties (poids) de potasse caustique KOH.

L'huile d'arachide, exprimée à froid, possède une coloration qui varie du jaune clair au jaune paille ; elle est très fluide, d'une odeur et d'une saveur agréables, d'une densité variant entre 0,916 et 0,918. Elle est souvent employée à la place de

l'huile d'olive et sert le plus souvent à la falsifier ; elle se rapproche d'ailleurs de celle-ci par sa finesse et plusieurs de ses autres qualités. Exprimée à chaud, elle possède une coloration foncée et une saveur qui rappelle celle des haricots verts. L'huile d'arachide est peu soluble dans l'alcool (0,52 p. 100), facilement soluble dans l'éther, dans le chloroforme et l'essence de térébenthine. Contrairement à ce qu'affirment certains auteurs, elle rancit facilement ; elle s'épaissit alors et prend une coloration foncée. A 3° C., elle se trouble ; à — 3, — 4°, elle se concrète, et à — 7° elle se solidifie.

L'huile d'arachide se conserve beaucoup mieux et n'est pas exposée à rancir aussi vite que l'huile d'olive si l'on a soin d'en éliminer l'acide qu'elle contient à l'état brut.

C'est une huile onctueuse, non siccative.

Emplois. — Les huiles d'arachide les plus fines sont employées comme huiles comestibles ; d'après Hager, une huilerie allemande prépare par la pression à froid et une épuration soignée, une huile de table vendue sous le nom de « huile de table de la Cour ». Cette huile est aussi très recommandable comme lubrifiant, car elle est complètement neutre. On l'emploie également pour la fabrication du savon, particulièrement des savons d'amandes et des savons de Marseille ; elle se saponifie lentement et peut être parfaitement blanchie par la lessive caustique. Enfin, l'huile d'arachide sert encore pour la fabrication de l'oléo-margarine.

L'huile d'arachide est rarement falsifiée : on y ajoute parfois de l'huile de pavot, de l'huile de sésame et de l'huile de coton.

Le tableau suivant contient les résultats fournis par l'analyse d'huiles d'arachide d'origines diverses (1) :

(1) S. P. Sadtler, *Amer. J. Pharm.* 1897, 940-942.

	Huile d'arachides de la Virginie	Huile d'arachides d'Espagne	Huile d'arachides d'Afrique	Huile de Puduchéri	Huile commerciale
	—	—	—	—	—
Densité à 150° C......	0,917	0,9175	0,911	0,920	0,9209
Indice de saponifition................	192,53	190,68	194,0	193,1	192,1
Indice d'iode.........	91,75	94,17	85,6	95,0	98,4
Indice de Hehner.....	94,87	95,81	—	—	95,86
Indice de Reicher-Meissl.............	0,48	1,60	—	—	—
Acide libre, calculé en acide oléique 0/0....	0,55	0,79	0,62	—	6,20
Point de turbidité de l'huile..............	+ 3°	+ 3°	+ 2°	—	+ 10°
Réaction de Maumené.	56,75	—	—	49°	45°5
Point de fusion des acides gras.........	29°	34°	30°	29°	28°
Point de solidification des acides gras.....	27°5	32°5	29°	25°	25°

HUILE DE BADAMIER

(Huile d'amandes sauvages, huile d'amandes des Indes.)

L'huile de badamier est extraite par pression des amandes du badamier (*Terminalia Catappa*, Combretacées), arbre cultivé aux Indes orientales, à l'île Maurice, à la Réunion, etc. Cette huile est comestible, plus fine et plus douce que l'huile d'amandes et ne rancit que difficilement. L'amande renferme 28 p. 100 d'huile; celle-ci se compose de 54 p. 100 de stéarine et 46 p. 100 d'oléine et de palmitine. Elle est d'une couleur jaune pâle, sans odeur et d'une densité de 0,918 à 15°.

Les amandes du badamier se trouvent également dans le commerce sous le nom de *myrobolans*; elles contiennent 20 p. 100 d'acide tannique et sont employées dans la tannerie et la teinturerie. Elles sont également recherchées pour la consommation.

HUILE DE CAPOCK (1)

La graine de capock provient d'une plante de la sous-famille des Bombacées, citée par différents botanistes et nommée par de Candolle *Eriodendron anfractuosum*. Cet arbre qui se rencontre aux Indes, sur toute la côte occidentale d'Afrique, au Pérou, dans la République de l'Equateur et aux îles Moluques, atteint 30 à 33 mètres de haut; il possède un fruit composé d'une capsule ovoïde, amincie en pointe aux extrémités, longue de 12 à 15 centimètres, à 5 loges et s'ouvrant du côté du pédoncule en 5 valves septifères. Les loges sont remplies par un nombre considérable de semences arrondies, de 6-7 millimètres de diamètre, noirâtres, entassées régulièrement les unes sur les autres et entourées d'un duvet soyeux et lustré formant autour de chaque semence un globule à peu près sphérique. Ce duvet, analogue au coton, peut remplacer l'édredon, duvet d'un prix très élevé, enlevé dans les contrées du Nord au nid de l'eider.

Ce fruit, importé en Europe, a Londres pour principal marché; la graine y est vendue sous le nom de capock.

La graine contient 24,2 p. 100 de matière grasse. Pressée elle abandonne une huile limpide, d'une densité de 0,9237 à 15° C, c'est-à-dire d'une densité voisine de celle de l'huile de coton épurée. La graine de capock a d'ailleurs une grande analogie avec celle de coton qu'elle pourrait remplacer dans ses applications.

On sait que l'huile de coton doit être épurée soigneusement, ce qui entraîne un déchet de 8 à 10 p. 100. L'huile de capock est immédiatement limpide et de belle tenue.

L'huile obtenue par pression à froid est limpide, de couleur blond clair, d'odeur agréable, possédant un goût de fruit assez prononcé qui rappelle celui de l'arachide ; elle peut être consommée sans danger.

(1) D'après L. P. Philippe. *Monit. scientif.*, oct. 1902. — Rob. Enriques. *Monit. scientif*, 1893, p. 881.

Le tourteau est riche en azote. Un échantillon dégraissé complètement et séché a donné 4,25 p. 100 d'azote. Il est blanc, d'un bel aspect, possède un goût agréable, est comestible pour les animaux.

Voici les constantes de l'huile de capock :

Densité à 15° C	0,9237
Indice d'iode	75,5
Acides libres	5,2 0/0
Indice de saponification ou de Kœttstorfer	196,5
Acides solubles ou indice de Planchon	0,37
Acides volatils ou indice de Reichert	3,3
Acides gras fixes ou indice de Hehner	95,4

En saponifiant cette huile selon la méthode habituelle, on obtient des acides gras solides qui, lavés plusieurs fois par ébullition avec de l'eau ont les propriétés suivantes :

Point de fusion	35°5 à 36°
Point de solidification	31°5
Indice de saturation	12,0
Indice d'acétyle	86,0

Ces acides gras contiennent { 30 0/0 d'acides solides. 70 0/0 d'acides liquides à sels de plomb solubles dans l'éther.

Les acides solides sont composés uniquement d'acide palmitique que l'auteur a isolé à l'état de pureté. Point de fusion. 61°. Poids moléculaire : 257.

L'auteur tire de son étude les conclusions suivantes :

La graine de capock peut être employée avec avantage dans l'industrie des corps gras. Le duvet qui accompagne le fruit est un succédané de l'édredon.

L'huile est comestible et est d'une préparation plus facile et plus économique que celle du coton. Le tourteau est très nutritif.

L'arbre du capock pousse dans certaines de nos colonies (Dahomey, Côte-d'Ivoire, etc.). Il pourrait aisément s'acclima-

ter dans d'autres et constituer pour notre domaine colonial une source importante de revenus.

Cette huile de capock est un glycéride formé d'acide palmitique, d'acide oléique et d'un acide liquide indéterminé.

Fibres de capock. — Les contrées qui fournissent le meilleur capock sont les îles de l'Archipel Indien, Java, Bombay, Sumatra et la péninsule de Malacca.

A l'île de Ceylan, le capock est de qualité inférieure : il est plus pulvérulent et moins élastique. Les fibres sont enroulées comme celles du coton, et quand on les brûle elles dégagent une odeur analogue à celle des autres matières végétales. Elles ont été présentées au marché de Londres pour la première fois en 1851, mais on n'y fit pas attention. En Australie ce produit fu bien accueilli ; on l'a employé pendant quelque temps dans les industries décoratives. De toutes les îles du Pacifique, c'est Java qui produit les fibres les plus fins, les moins comprimées et les plus élastiques. Celles des Indes orientales sont souvent tachées d'huile par suite de négligences dans le travail des graines.

Récemment, cependant, on est arrivé à supprimer cet inconvénient par l'emploi de machines appropriées. On préfère le capock au coton pour ouater les objets et garnir les coussins ; on en fabrique des objets qui imitent le castor, on l'emploie en chapellerie, on le mélange aux poils de lapin, etc. Il se prête très bien à la fabrication du fulmicoton, de la soie artificielle. A Java, l'arbre est planté le long des routes ; son tronc élancé peut être employé à la confection de poteaux télégraphiques. Le bois est léger et se prête à une foule d'industries. De l'écorce de l'arbre s'écoule une sorte de gutta-percha ; le tronc fournit une gomme-résine soluble dans l'eau, d'une saveur agréable et qui est employée par les indigènes comme spécifique contre la diarrhée et la dyssenterie (1).

Actuellement on trouve le capock sur le marché de Bordeaux. En 1889, un de nos clients des Indes occidentales nous avait

(1) D'après *Journ. Soc. Arts*, 1893, 1030.

soumis des échantillons de capock remarquables par leur finesse et la longueur des fibres; mais à cette époque il nous fut impossible d'en trouver des débouchés assez importants pour des transactions suivies.

HUILE DE BEN

Cette huile est fournie par les graines de plusieurs variétés de Moringa (*M. pterygosperma* et *M. aptera* (Moringacées), qui constituent des arbustes dont les racines, analogues à celles du raifort, sont employées pour les mêmes usages que ce dernier. Ces arbustes sont originaires des Indes et de l'Arabie ; ils sont cultivés en Egypte, aux Indes occidentales. Leurs fruits, qui succèdent à des fleurs blanches, se composent de capsules qui renferment des graines ovoïdes. Celles-ci fournissent une huile claire, inodore, d'une saveur agréable, qui rancit difficilemement, très estimée des horlogers pour sa grande fluidité. Comme philocome, elle n'est dépassée par aucune autre huile. Aux Indes, elle est très estimée comme huile comestible. Très recherchée par la parfumerie, elle absorbe facilement tous les parfums et les retient avec ténacité.

Le rendement des graines exprimées à froid est de 30 à 35 p. 100 d'huile ; par la pression à chaud on obtient un rendement plus élevé, mais l'huile possède alors une coloration foncée, une saveur amère, et devient purgative.

L'huile de Ben a une densité de 0,912 à 15°. Elle est très fluide à 20-25° ; à 15° elle s'épaissit légèrement et se trouble à des températures plus basses ; à 7° elle commence à déposer des cristaux et à se séparer en deux parties dont l'une, solide, se compose de stéarine et de palmitine, et l'autre liquide consistant en oléine. Elle est solide à 0°.

Elle se saponifie complètement avec une lessive de potasse : il se forme alors, en outre de la glycérine, des stéarates, palmitates, oléates, etc., de potasse. L'acide moringique de Völker

est identique à l'acide oléique. L'acide béhenique trouvé par Walter n'est, d'après Heintz, qu'un mélange composé de 75 parties d'acide palmitique et 25 parties d'acide myristique; il fond à 52-55° (Schædler).

La partie de l'huile de Ben qui reste liquide à + 7° est employée pour l'horlogerie et pour le graissage des mécanismes délicats.

Les nombreuses falsifications dont elle a été l'objet ont eu pour conséquence de la bannir presque complètement des marchés européens. Aux Indes on a cherché à réagir contre la falsification et à augmenter la production.

HUILE DE CARAPA

(Huile de Touloucouna.)

L'huile de Carapa, appelée aussi huile d'Andiroba, de Kunda-de Toula, de Couna, de Touloucana, de Hundoo, est extraite de la graine de *Carapa Guyanensis* et de *C. Moluccensis* (Méliacées).

Cet arbre, un des plus beaux de la Guyane, est très répandu dans l'Amérique tropicale ; il atteint une hauteur de 30 à 35 mètres et un diamètre de deux mètres. Malheureusement, dans les parties les plus habitées, il a presque entièrement disparu, recherché par les marchands de bois et exploité d'une façon barbare, sans aucun souci de sa reproduction. Dans l'intérieur, on le trouve encore en grande quantité sur le bord des fleuves et dans les bas-fonds. Les fruits se composent de capsules rondes à quatre loges et sont groupés en régime ; ils contiennent des noyaux ou amandes très fermes, de forme irrégulière. Dans certains endroits, au dire des explorateurs, le sol est jonché de fruits dont la couche atteint 0 m. 75 de hauteur. L'arbre fournit deux récoltes par an : la récolte principale se fait de février à juin ; la seconde récolte, qui fournit une huile de qualité moindre, a lieu de septembre à octobre. Les fruits ne

se conservent pas longtemps : ils sont attaqués par une moisissure qui les réduit rapidement en poussière ; les insectes les dévorent également.

D'un autre côté, ils germent facilement, ce qui est un autre obstacle à leur conservation. Ces circonstances s'opposent à l'exportation des fruits en vue de l'extraction de l'huile.

Les amandes ont presque la grosseur d'une noix et contiennent 60 à 70 p. 100 de matière grasse (1). Pour en extraire l'huile, les indigènes les font bouillir dans l'eau, ensuite ils les mettent en tas pendant quelques jours, puis les écrasent dans un mortier en bois ou sur une pierre taillée en creux et placée au soleil dans une position inclinée. L'huile s'en écoule d'elle-même ; ils la recueillent dans des vases en terre cuite. D'autres fois, les amandes écrasées sont mises dans un sac et pressées entre deux pierres.

L'huile extraite à froid est claire, d'une couleur ambrée. Abandonnée à elle-même, elle forme un précipité cristallin. Elle se concrète à + 4° et fond ensuite à + 10°. A l'air, elle contracte une coloration foncée et devient rance. Extraite par ébullition dans l'eau, elle est incolore et très épaisse, se concrète à 18° C. ; son point de fusion varie alors entre 23 et 30°.

Cette huile a été étudiée par W. H. Deering (2). D'après cet auteur, elle est colorée en jaune, non siccative, peu soluble dans l'alcool ; elle possède une odeur acide désagréable, et une saveur amère très prononcée. Refroidie pendant un jour à la température de 4°5 C., elle s'est solidifiée en une matière blanche ayant la consistance du suif ; à une température plus élevée, elle manifestait une tendance à précipiter de la graisse solide. A 21° C sa viscosité est à peu près celle de l'huile de navette ; à 15°5, sa densité est de 0,9225. Elle est saponifiée rapidement et complètement avec la potasse caustique ; la neutralisation des acides libres a exigé 2,26 p. 100 de KOH et sa saponifica-

(1) Semler. *Die tropische Agrikultur*, I, 451.
(2) *Imp. Instit. Journ.*, 1898, 313.

tion complète 19,56 p. 100. Les acides libres s'élevaient à environ 12 p. 100. L'huile a rendu 93,7 p. 100 d'acides gras, insolubles dans l'eau, et des traces très appréciables d'acides gras volatils (équivalant à 0,25 p. 100 de KOH) solubles dans l'eau ; elle rendait également 10,4 p. 100 de glycérine brute. Les acides gras forment une masse cristalline très ferme, de couleur pâle brillante, fondant à 38°9 C. La quantité de brome absorbée par l'huile dissoute dans le bisulfure de carbone, était d'environ 41 p. 100 (40,84 et 41,6 p. 100) ; ce chiffre indique une teneur élevée en glycérides saturés et une faible teneur en oléine.

Cette huile a une saveur amère très forte, qu'on attribue à la présence de strychnine et de *Carapine* dans l'huile de la Guyane, à la *Touloucanine* dans l'huile de la Guinée. Elle est très estimée pour la fabrication du savon ; on l'emploie également pour le graissage des machines et pour l'éclairage, où elle est excellente.

Sur la côte occidentale d'Afrique, on trouve également une variété de Carapa ; mais les botanistes ne sont pas bien d'accord sur son identité. Les uns prétendent que c'est le même arbre que le carapa de la Guyane, les autres soutiennent que c'en est une sous-variété. Quoi qu'il en soit, il fournit une huile semblable à celle du *Carapa guyanensis*. Les nègres l'emploient pour s'en enduire la peau afin de se prémunir contre les piqûres des insectes. Elle est d'ailleurs très amère, non comestible. L'écorce de l'un et de l'autre de ces arbres est considérée comme un excellent fébrifuge. On l'emploie également en mélange avec du goudron ou des pigments pour en enduire le bois ; elle fournit un excellent savon.

Les Indes Orientales, l'île de Ceylan notamment, fournissent également de l'huile de Carapa (*Carapa moluccensis*), qui est employée pour la fabrication du savon. Les Indiens la considèrent comme un remède pour guérir les rhumatismes. Elle est très aromatique, d'une saveur très amère, mais non comestible.

Voici, d'après E. Milliau (1900), les caractères de l'huile de Carapa :

Elle est concrète à la température ordinaire, blanche, demi-transparente ;

Point de solidification : 30°7 C. ;

En fusion, elle constitue une huile limpide, incolore, possède un goût à peine sensible et une odeur faible ;

Densité : 0,912 à 15° C. ;

Acides gras insolubles produits par 100 grammes d'huile : 95 gr. 5)

Point de solidification des acides gras : 56°,4 C. ;

Acides gras solides (acide stéarique, 4/5 ; acide palmitique, 1/5 : 51 p. 100;

Acides gras liquides (acide oléique en presque totalité) : 49 p. 100.

Point de solidification des acides gras solides : 69° C.;

— — — liquides : 12° C.;

Rendement total en glycérine : 10 p. 100.

L'huile de carapa se distingue très nettement des autres huiles concrètes, par sa très forte proportion d'acide stéarique, et sa composition se rapproche beaucoup de celle du suif de bœuf. Elle tient le milieu entre la graisse végétale et l'huile liquide.

Hartwich a étudié l'huile de Carapa (1). Suivant ce chimiste, l'huile de Carapa Guyanensis qu'il a examinée, est identique avec celle de Hundoo ou de Touloucouna ; les propriétés générales de l'huile ont été reconnues conformes à ce qui vient d'être dit plus haut.

HUILES DE COLZA, DE NAVETTE ET DE RABETTE

Origine. — L'huile de colza est extraite des graines de ce nom (*Brassica campestris* L.) ; celle de navette est fournie par le *Brassica campestris* L. *var. napus* ; enfin celle de rabette par le *Brassica campestris* L. *var. rapa* (Cruci-

(1) Chem. Zeitung, 1888.

fères). Les trois plantes appartiennent donc à la même famille et à la même espèce dont elles constituent trois variétés. Aussi leurs graines se ressemblent tellement qu'il n'est pas facile de distinguer au premier abord à laquelle de ces trois variétés elles appartiennent. Les graines de navette sont noires-bleuâtres, celles de colza rouges-brunes et celles de rabette presque noires. En règle générale, les graines de colza sont plus grosses que celles des deux autres plantes, le diamètre de ces deux dernières graines ne dépassant pas 2 millimètres. Ce sont les graines de rabette qui sont les plus petites.

On a essayé de différencier ces graines en se basant sur leur densité, déterminée sur une quantité déterminée. Mais ce travail exige un certain nombre de pesées exactes pour fournir des indications utiles.

Poids de 1.000 graines :

		Moyenne
Colza (*Brassica campestris*)..	1,869 à 1,978 gr.	1,901
Rabette (*Rapa biennis*).......	2,055 à 2,241 gr.	2,142
Navette(*Napus biennis*)......	4,538 à 4,786 gr.	4,667

Ces graines ont la composition suivante :

	Rabette de printemps	Rabette d'hiver	Navette de printemps	Navette d'hiver	Colza de Maine-et-Loire	Colza de Belgique
	—	—	—	—	—	—
	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Huile	33,82	35,25	35,00	36,80	33,22	38,90
Subst. organ. (1).	52,63	52,59	51,48	49,30	58,36	54,64
Cendres	3,40	3,26	4,12	4,80	4,17	3,50
Eau............	10,15	8,90	9,40	9,10	4,25	2,96
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
(1) dont azote...	2,41	2,50	2,20	2,50		
(1) dont matières albuminoïdes.	—	—	—	—	22,30	21,24

La cendre des graines d'hiver contient :

	Rabette	Navette	Colza
	0/0	0/0	0/0
Potasse	25,68	21,34	25,18
Soude	1,66	5,26	
Magnésie	10,57	11,96	11,39
Chaux	9,20	14,63	12,91
Oxyde de fer	1,46	2,84	0,62
Chlore	0,43	—	0,11
Acide sulfurique	9,44	0,77	2,53
Acide silicique	0,30	1,52	1,31
Acide phosphorique	41.26	41,68	45,95
	100,00	100,00	100,00

La teneur moyenne en huile est de :

Rabette de printemps et navette de printemps	30 — 35 0/0
Rabette d'hiver et navette d'hiver	35 — 40 0/0
Colza d'hiver	35 — 45 0/0

EXTRACTION DE L'HUILE

On extrait l'huile de colza et de navette par pression ou par diffusion au moyen de dissolvants. La première pression se fait à froid : on fait ensuite encore une ou deux pressions à chaud ; on obtient alors 36 p. 100 d'huile du colza d'hiver, 33 p. 100 de la navette d'hiver et 29 p. 100 de la navette de printemps. Les résidus de la pression (tourteaux) contiennent 7,5 à 10,14 p. 100 d'huile et 4,5 à 5,2 p. 100 d'azote. Les tourteaux de colza doivent avoir une légère teinte brune ou rougeâtre. Par la diffusion au moyen des dissolvants on obtient 36 à 50 p. 100 d'huile ; les résidus contiennent 2 à 3 p. 100 d'huile et 6 p. 100 d'azote ; l'huile obtenue par les dissolvants est plus pure que l'huile obtenue par la pression.

Différenciation des huiles de colza, de navette et de rabette. — Ces trois huiles, quoique provenant de plantes de

la même famille et de la même espèce, n'en possèdent pas moins des propriétés distinctes. L'*huile de colza* à l'état brut est jaune, possède une odeur forte et une saveur désagréable. Sa densité est de 0,915 à 15°. A l'état épuré elle est jaune pâle, et même presque incolore lorsqu'elle est exprimée à froid. A — 4° elle précipite de la stéarine, et à — 6° elle se solidifie et forme une masse jaune butyreuse. Elle est plus épaisse que l'*huile de navette d'hiver*, qui est elle-même plus épaisse que celle de rabette, d'une couleur allant du jaune clair au jaune foncé à l'état brut, jaune très clair à l'état épuré. L'huile de *navette de printemps* a la même coloration que celle d'hiver, mais elle est plus fluide. Elle a une densité de 0,9147 à 15°. A — 1° elle précipite de la stéarine, et à — 4° elle se congèle et forme une masse butyreuse de couleur blanche verdâtre. Elle possède une odeur et une saveur caractéristiques qui la distinguent nettement de l'huile de colza ; elle est aussi plus difficile à épurer que cette dernière. L'*huile de rabette de printemps* est jaune brunâtre, épaisse ; sa densité est de 0,9139 à 15°. A — 8° elle précipite de la stéarine, et à — 10° elle se congèle et forme une masse butyreuse de couleur blanche jaunâtre. L'*huile de rabette d'hiver* est jaune brunâtre ; sa densité est de 0,9154 à 15°. Elle précipite de la stéarine à — 4°, se congèle à — 7°5 et forme une masse blanche jaunâtre.

Ces huiles sont peu solubles dans l'alcool, dont 100 parties n'en dissolvent que 0,35 à 0,6 p. 100.

Composition chimique. — Ces huiles contiennent principalement les glycérides de l'acide érucique, d'un acide oléique et de l'acide stéarique, et environ 1 p. 100 de matières non saponifiables. Dans ces dernières sont comprises certaines combinaisons sulfureuses organiques, contenues d'ailleurs dans toutes les huiles de crucifères. Archbutt (1) a trouvé dans l'huile de colza jusqu'à 1,43 p. 100 d'acide arachidique ; mais la teneur de cet acide varie considérablement suivant les échantillons.

(1) J. Chemical. 17. 1009.

Distillées avec de l'eau, les graines de crucifères fournissent du sulfite allylique et de l'essence allylique de moutarde. Cette dernière se forme du myronate de potasse contenu dans les graines, tandis que la substance qui produit le sulfite allylique n'est pas encore bien connue.

L'acide myronique ne paraît d'ailleurs exister que dans les graines de certaines crucifères, par exemple, dans les graines de rabette, tandis que celles de navette n'en contiennent pas. Celles-ci, délayées dans l'eau, ne sentent pas l'huile de moutarde, mais ont une autre odeur particulière. Le sulfite allylique est un liquide qui bout à 140° C., et qui dégage une odeur alliacée ; l'essence de moutarde est un liquide qui bout à 150°7, dégage une odeur pénétrante et excite le larmoiement. Beaucoup d'huiles de la catégorie qui nous occupe sont très riches en acide érucique et précipitent déjà à la température ordinaire une matière grasse sous forme de globules qui fondent à 38°5 et dont l'acide gras, qui fond à 34°, est l'acide érucique.

Reimer et Will ont donné une autre composition pour l'huile de navette (1). D'après eux, elle se composerait des glycérides de trois acides différents, savoir : des acides érucique, bénique ($C^{22}H^{44}O^{2}$) (en faible quantité) fondant à 75°, et enfin, un autre acide (en même proportion que l'acide érucique) qui est liquide et qu'on appelle *acide rapique*. Cet acide possède la formule $C^{18}H^{34}O^{3}$; c'est un isomère de l'acide ricinoléique dont il diffère sensiblement par ses propriétés. L'acide rapique est facilement décomposé par la potasse caustique avec dégagement d'hydrogène, et fournit un mélange d'acides cristallisables sur la nature desquels on n'est pas encore fixé.

La saponification de 100 grammes d'huile de colza exige 17,7 à 17,87 gr. de potasse caustique ; la matière grasse liquide en exige 17 gr. et la partie solide 16,18 gr. La saponification de l'acide érucique, qui se précipite sous forme de globules, exige 16 parties de KOH.

(1) *Bullet. Soc. chim.* 1888, 1.

Propriétés physiques. — Comme nous l'avons déjà dit plus haut, les huiles de colza et ses congénères sont brunâtres à l'état brut, possèdent une saveur âcre très prononcée et renferment une importante proportion de mucilage et d'albumine qui les rend impropres à l'éclairage. Raffinées, ces huiles sont jaune clair, et douées d'une odeur et d'une saveur caractéristiques. Exposées à l'air, elles s'épaississent et deviennent rances ; exposées au froid, elles éliminent de la matière grasse solide et se congèlent. Elles sont peu solubles dans l'alcool (0,534 p. 100), et se solidifient difficilement sous l'action de l'acide nitreux. La densité de ces huiles à 15° C. varie dans de faibles limites : celle de l'huile de colza est de 0,914-0,915, celle de la navette d'hiver 0,9154, celle de la navette de printemps 0,9139, celle de la rabette d'hiver 0,917, celle de la rabette de printemps 0,9147, celle de l'huile de *Br. sinensis* 0,914. Ces huiles se congèlent entre — 1° et — 10° ; celles des graines d'hiver plus facilement que celles de printemps.

Les points de congélation des différentes huiles de navette sont les suivants :

	Degrés C.
Huile de colza (Benedikt)	— 2 et — 10
Brassica campestris (Bornemann)	— 1 et — 10
— — (Girard)	— 6,3
Huile de colza (Hübl)	— 4
Brassica campestris (Schædler)	— 4 et — 6
— rapa, de printemps (Schædler)	— 8 et — 10
— — d'hiver (Schædler)	— 4 et — 7,5
— napus, de printemps (Schædler)	— 1 et — 4
— — d'hiver	— 1 et — 3

L'huile de moutarde noire se congèle à — 17°5 d'après Château, et à — 1° à — C° d'après Girard. Pour l'huile de moutarde blanche, Bornemann indique — 16° C. et Schædler — 8° à — 16° C.

Des essais faits à Charlottenbourg, il semble résulter que presque toutes les huiles de Brassica se congèlent à environ 0°C après huit heures de repos. Les basses températures indi-

quées par d'autres observateurs se rapportaient probablement à des huiles qui ont été simplement exposées au froid sans être agitées, cette opération favorisant la congélation. La partie solide que précipitent la plupart de ces huiles à la température ordinaire fond à 30°5.

Les acides gras ont à 100° une densité variant de 0,8439 (huile de navette) à 0,8464 (huile de colza). Ils fondent entre 10° et 22° et se solidifient de nouveau à 12°2, ceux de la partie solide à 34°. A la distillation sèche, les huiles de ce groupe ne fournissent pas d'acide sébacique ; ils ne renferment donc pas l'acide oléique ordinaire.

Falsifications. — Ces huiles sont rarement falsifiées, où il faudrait qu'elles fussent d'un prix très élevé, ce qui n'est généralement pas le cas. Quand elles sont falsifiées, c'est par une addition d'huile de lin, d'huile de chanvre, d'huile de morue, d'huile de pavot, d'huile de résine ou de paraffine. Ces huiles peuvent contenir aussi un peu d'acide minéral provenant du raffinage.

Emplois. — L'huile de rabette est employée principalement pour l'éclairage et comme lubrifiant ; on l'emploie rarement dans la savonnerie et pour l'ensimage du coton. Les savons de graissage préparés avec l'huile de rabette se dissolvent déjà au froid très faible ; d'après Christiani, l'huile de colza fournit un bon savon à base de soude ; on fabrique une poudre de savon avec l'huile de rabette mélangée avec des déchets de matières grasses. L'huile de colza est excellente pour l'éclairage ; elle donne une flamme blanche non fuligineuse, ne charbonnant pas, et brûlant plus économiquement que les autres huiles de ce groupe. Lorsqu'elle est employée pour l'ensimage de la laine, on la mélange souvent avec des huiles minérales. Au Japon, les huiles de rabette sont également employées pour l'alimentation, notamment l'huile de *Brassica campestris*, qui y porte le nom d'Aburana ; elles y servent aussi au graissage des feuilles de tabac, à la fabrication de l'encre de Chine, etc. (Davies et Holmes). Une sorte spéciale d'huile préparée en Allemagne est

celle dite *huile de saindoux*, qu'on fabrique comme succédané du beurre. On l'obtient en chauffant avec précaution, jusqu'à l'ébullition, de l'huile de rabette de meilleure qualité avec 3 ou 4 p. 100 de fécule de pomme de terre finement pulvérisée, on laisse ensuite refroidir et, au bout de deux ou trois heures, on décante l'huile du résidu carbonisé. Cette opération a pour but principal de détruire les matières sulfureuses qui donnent à l'huile sa mauvaise odeur; c'est pourquoi aussi l'huile dégage pendant l'opération des vapeurs d'une odeur très forte. L'huile ainsi améliorée possède une odeur agréable et une saveur moelleuse; elle a une belle couleur jaune d'or; elle rancit difficilement et peut servir comme lubrifiant. On la mélange avec la moitié de son poids de graisse de bœuf fraîchement fondue, on colore le mélange en jaune et on le vend comme beurre de saindoux (ou beurre de margarine). On vend également à part la partie la plus fluide de l'huile pour l'ensimage de la laine; elle est très fluide, inodore et de couleur jaune clair.

Les *résidus de navette* sont mis dans le commerce sous la forme de tourteaux ou sous forme de farine. On les mélange avec un quart de paille hachée pour les donner au bétail qui les mange volontiers et dont ils excitent l'appétit. Il en est de même des résidus de rabette et de colza. Les résidus résultant de la diffusion par les dissolvants sont également recherchés pour l'alimentation du bétail; ils sont à l'état de farine riche en azote, mais contiennent moins d'huile que les tourteaux de pression.

L'analyse suivante, relative à un tourteau de colza belge d'une grande pureté, est due à M. Van den Berghe (1) :

Eau		10,94
Matières protéiques brutes solubles dans l'eau	5,52	35,13
— — — insolubles —	29,61	
Matières grasses (éther extract.)		9,85
Matières résineuses (alcool extract.)		6,28

(1) Van den Berghe. *Tourteaux et farines de lin*, Bruxelles, 1891.

Matières mucilagineuses solubles dans l'eau.............	6,90
Matières extractives non azotées, insolubles dans l'eau ...	10,73
Cellulose	0,95
Matières minérales	6,24

Parmi les matières minérales, l'acide phosphorique est abondant, et de tous les tourteaux celui de colza vient immédiatement après celui de madia, qui tient le premier rang. La proportion de sucre y est également élevée.

HUILE DE CROTON

Origine. — Cette huile est extraite des fruits de plusiurs arbres ou arbustes de l'espèce Croton, de la famille des Euphorbiacées, et principalement de ceux du *Croton tiglium* L., du *Croton pavana* et du *Croton oblongifolius* (Euphorbiacées). Tous ces arbres ou arbustes croissent sous les tropiques.

L'arbre le plus important est le *C. tiglium*. Il est cultivé dans tout le sud de l'Asie et au Brésil, où il atteint une hauteur de 5 à 6 mètres. Il donne des fruits dès la troisième année et fructifie alors du commencement à la fin de l'année. En Asie, la récolte des fruits se fait généralement une fois par semaine : on étend un drap sous l'arbre que l'on secoue violemment pour faire tomber les fruits mûrs. Ceux-ci sont ensuite exposés au soleil pendant trois jours, puis décortiqués dans un mortier ou à l'aide d'un moulin, et les écorces séparées des graines dans un moulin à vent. Les graines sont ensuite exposées de nouveau au soleil pendant trois jours, puis ensachées et expédiées.

Les planteurs ne se soucient pas d'en extraire l'huile. Cette extraction se fait comme suit: On broie la graine, on la met dans des courtins et ceux-ci sont soumis à la pression d'une presse hydraulique, entre des plaques chauffées. Pour extraire des tourteaux l'huile qu'ils contiennent encore, on les arrose avec deux fois leur poids d'alcool, on chauffe le mélange à 50-60° sur un bain de sable et on presse de nouveau. Le liquide ainsi ob-

tenu est soumis à la distillation en vue de récupérer l'alcool. On laisse reposer pendant quinze jours l'huile obtenue, on la filtre ensuite et la met en fûts. Le traitement à l'alcool n'est possible que parce que, contrairement à un grand nombre d'huiles, celle de croton y est soluble. Le rendement total en huile de pression et d'extraction par l'alcool est de 30-40 p. 100 du poids de la graine ; on en obtient les 2/3 par la pression et 1/3 par l'extraction à l'alcool.

Cette huile est exportée principalement par Bombay et Cochin. Sa manipulation demande certaines précautions, car il suffit d'en absorber une goutte pour éprouver les effets d'une purgation énergique ; une goutte répandue sur la peau produit des ampoules. L'huile possède une saveur forte et durable et une odeur désagréable très caractéristiquo. Elle est soluble dans l'alcool, dans l'éther et dans les huiles essentielles.

L'huile de croton constitue un mélange de stéarine, de palmitine, de myristine et de laurine avec les glycérides des acides œnanthylique, capronique, valérianique et butyrique, ainsi que de ceux de l'acide tiglinique et de quelques autres acides supérieurs de la série de l'acide oléique. Enfin, elle contient 4 p. 100 d'un corps qui n'a pas encore été suffisamment étudié et dont la formule est $C^4H^4O^2$. D'après Robert (1), l'huile de croton contiendrait un acide spécial non encore complètement étudié, appelé acide crotonolique, qui y existe en partie à l'état libre, en partie comme glycéride, et qui constitue le principe actif de l'huile. Ce glycéride ne possède par lui-même aucune propriété toxique ; il est décomposé (comme tous les glycérides) par le suc intestinal ; ce n'est que l'acide crotonolique mis ainsi en liberté qui exerce une action irritante sur l'intestin, de même qu'il l'exerce directement sur la peau.

La densité de l'huile de croton est de 0,942 à 15°. Elle se concrète à —16° C.

Les renseignements contradictoires qu'on a publiés au sujet

(1) *Chem. Zeitung*, 1887, p. 416.

de l'huile de croton proviennent de son mode de préparation. Suivant que les huiles sont obtenues par expression ou par macération dans l'éther ($d = 0,758$) et par double digestion dans l'alcool à 95 p. 100 à 75° C., elles diffèrent considérablement dans leurs caractères, comme on le verra par les données suivantes fournies par O. Javillier (1) :

Solubilité dans l'alcool absolu. — *a*) L'huile obtenue par expression est entièrement soluble dans moins d'un volume d'alcool. Dès que cette quantité est ajoutée, l'huile commence à précipiter, et si on augmente le volume de l'alcool, l'huile se sépare en deux couches distinctes. *b*) L'huile extraite par l'éther possède les mêmes propriétés que celle obtenue par expression. *c*) L'huile extraite par l'alcool y est entièrement soluble.

Point de congélation. — L'huile obtenue par expression et par extraction au moyen de l'éther se congèle à —7° C ; celle extraite par l'alcool commence déjà à se troubler à 0° C., mais ne se solidifie qu'à —8° C.

Indice d'iode. — Huile d'expression = 100 ; huile extraite par l'éther = 108 ; huile extraite par l'alcool = 91,2.

Indice de Köttstorfer. — Huile d'expression = 192,0 ; huile extraite par l'éther = 194,5 ; huile extraite par l'alcool = 260,6.

Indice d'acide libre. — Huile d'expression = 27,3 ; huile extraite par l'éther = 30,9 ; huile extraite par l'alcool = 260,6.

HUILE DE FAINE

On l'extrait des fruits du hêtre commun, *Fagus sylvatica.* Ces fruits sont contenus dans une capsule hérissée de piquants qui renferme deux ou trois graines lisses, triangulaires, entourées d'une peau brune. La faîne a un goût très agréable, analogue à celui de la noisette, et contient environ 20 p. 100 d'huile. Un hêtre vigoureux fournit, dans les bonnes années, jusqu'à 1 hec-

(1) *Journ. pharm. et Chimie*, 1898, p. 524-527.

tolitre de faînes, ce qui montre que la fabrication de l'huile de faîne est plus rémunératrice qu'on ne serait tenté de le croire. On affirme que les forêts d'Eu et de Crécy ont donné plus d'un million de sacs de faînes en 1799, alors que la récolte de ces fruits était réglementée par un décret de la Convention nationale de 1793.

La récolte de la faîne doit se faire lorsque le fruit commence à tomber. On étend des toiles sous les arbres dont on secoue énergiquement les branches, et comme tous les fruits ne mûrissent pas en même temps, on s'y reprend à deux fois, à 8 à 15 jours d'intervalle. Les faînes étant récoltées, on les étend au soleil en couches minces pour les faire sécher, en ayant soin de les pelleter de temps en temps ; puis on les fait passer par un trieur qui sépare les graines folles et les autres impuretés. Il s'agit ensuite de les débarrasser de la première enveloppe ou coque ; on fait ce travail à la machine, ou bien on le fait faire à la main aux femmes et aux enfants quand on opère sur une petite quantité. On recueille les graines mondées dans un sac qu'on agite énergiquement pour enlever la peau mince qui enveloppe les graines. Celles-ci sont ensuite broyées après avoir été préalablement mouillées avec de l'eau dans la proportion de 1 litre d'eau par 15 kilogrammes de faînes ; quand on fait ce broyage au moulin on n'ajoute l'eau que pendant le broyage, lorsque les graines sont réduites en pâte. La pâte est soumise à la pression à froid. Les tourteaux de cette première pression sont ensuite triturés avec un peu d'eau chaude et pressés une seconde fois. La première pression donne 14 à 16 p. 100 d'huile ; si on la fait à chaud, on obtient 18 à 20 p. 100 d'huile, mais celle-ci est de qualité moins bonne.

La composition des graines décortiquées et des tourteaux est la suivante (Schædler) :

	Graines décortiquées		Tourteaux	
Huile	21,26 0/0		7,50 0/0	
Substances organiques	64,12 —		74,74 —	
dont matières albuminoïdes.		24 0/0		36,15 0/0
Cendres	4,12 —		5,63 —	
Humidité	10,50 —		12,13 —	
	100,00 0/0		100,00 0/0	

L'huile de faîne extraite à froid est assez fluide, jaune clair, possède une odeur faible et une saveur douce. Extraite à chaud elle a une saveur âcre qu'elle perd d'ailleurs en vieillissant; on peut également la lui enlever en l'agitant avec de l'eau froide. Cette huile rancit difficilement.

Elle a une densité de 0,9206 à 15° et est presque insoluble dans l'alcool. Elle contient principalement de l'oléine et très peu de stéarine et de palmitine; elle se solidifie seulement à — 16°5.

Les caractéristiques de l'huile de faîne sont les suivants (E. Milliau):

Densité à 15° C: 0,921.
Transformation de l'oléine en éloïdine: il se forme un abondant précipité floconneux.
Saponification sulfurique: 67°.
Indice de brome: 0,652.
Point de congélation: 18° C.

Les meilleures qualités de cette huile sont employées comme huiles comestibles; on s'en sert aussi pour falsifier l'huile d'œillette, l'huile de noix, l'huile d'amande et l'huile d'olive. Les autres qualités de l'huile servent pour l'éclairage et la savonnerie. Les savons à base de soude restent fermes, plastiques et prennent, à l'air libre, une nuance jaunâtre ou verdâtre, c'est pourquoi on emploie de préférence de la potasse caustique pour la saponification.

Les tourteaux provenant de graines décortiquées servent de nourriture pour le bétail; quand ils proviennent de graines non décortiquées, ils sont impropres à l'alimentation des animaux, et sont employé scomme engrais ou comme combustible.

Le hêtre ne porte des fruits que tous les 4 ou 5 ans; il s'ensuit que la fabrication de l'huile de faîne n'est possible que dans le voisinage de grandes forêts.

HUILE DE FROMENT (1)

Pendant la mouture du froment, telle qu'elle est faite actuellement, on élimine les germes. 100 kilogrammes de matière fournissent environ 1 p. 100 de germes dont on peut extraire l'huile. Le germe a la composition suivante :

Eau	11,55 0/0
Matières azotées	39,07 —
Matières grasses	12,50 —
Hydrates de carbone	31,76 —
Matières minérales	5,30 —

On voit qu'un kilogramme de germe contient 125 grammes de matières grasses ; mais, en pratique, on en obtient à peine 80 grammes.

L'huile a été extraite à l'aide de la ligroïne ; ce dernier a été chassé en chauffant l'huile pendant plusieurs heures au bain-marie et sous pression réduite. Ainsi obtenue, l'huile est limpide, mobile, d'un jaune brun, d'une odeur particulière rappelant celle de la farine de froment ; elle est presque limpide. A la température de 15° C. elle constitue une masse jaune, solide, cristallisée.

Elle se dissout dans l'éther, la benzine, le chloroforme et le sulfure de carbone. Elle est insoluble dans l'alcool absolu froid, mais elle se dissout dans 30 parties d'alcool bouillant.

A 65° C. elle est soluble dans un égal volume d'acide acétique glacial. Elle se saponifie lentement avec la potasse alcoolique.

Les principales constantes de cette huile sont les suivantes :

Densité à 15° C.	0,9245
Point de congélation de l'huile	15° C.
Point de fusion des acides gras	39°5
Point de congélation des acides gras	29°7
Indice de saponification de l'huile	182,81
Indice d'iode des huiles	115,17
Indice d'iode des acides gras	123,27
Indice de réfraction de l'huile (Zeiss-Wolny)	74,50
Acidité en acide oléique	5,65 0/0

(1) D'après le prof. de Negri *Moniteur scientifique*, 1899, p. 57.

RÉACTIONS COLORANTES

Réaction d'Heydenreich : Coloration jaune orangé.
Réaction de Brullé : Très légère coloration rougeâtre, devenant peu à peu d'un rouge vif. Après 24 heures l'huile se solidifie.
Réaction de Schneider : Aucune coloration.
Réaction de Becchi : Très légère coloration brune.
Réaction de Milliau : Légère coloration brune.
Réaction de Baudoin : Aucune coloration.

L'huile de froment rancit assez facilement. L'altération est si rapide qu'un échantillon d'huile conservé dans une bouteille remplie à moitié contenait, au bout d'un an, 43,86 p. 100 d'acides libres, calculés comme acide oléique.

On constate des différences notables dans les constantes des huiles extraites des germes provenant de différents moulins.

Un échantillon est resté liquide à 0° C. (1), quoique le refroidissement fut prolongé pendant plusieurs heures.

De grandes différences ont été également constatées dans les indices d'iode des huiles et ceux des acides gras, différences qui sont probablement dues à la qualité du froment dont proviennent les germes employés pour l'extraction de l'huile.

HUILE DE FUSAIN

On extrait cette huile des graines du fusain (*Evonymus europœus L.*) qui en renferme de 28 à 29 p. 100. Celle-ci est épaisse, d'un brun-rouge, et possède une odeur et une saveur désagréables, qui rappellent l'odeur et la saveur de l'huile de navette. Sa densité à 15° est de 0,938 ; elle se concrète entre — 15° et — 20°. Dans l'Allemagne du sud on l'emploie pour l'éclairage, comme insecticide et comme vulnéraire. Cette

(1) L'huile obtenue par pression se solidifie à 2° C. (Villon).

huile est intéressante au point de vue chimique : elle contient une matière colorante rouge, une résine amère (évonymine), de l'acide benzoïque libre et le glycéride de l'acide acétique. Elle se compose principalement des glycérides des acides oléique, palmitique et stéarique.

HUILE DE JUSQUIAME

Cette huile provient du jusquiame noir (*Hyosciamus niger*), plante qui végète à l'état sauvage dans plusieurs pays de l'Europe centrale, et qui produit des émanations stupéfiantes, d'une odeur désagréable. Ses graines contiennent une huile grasse qu'on extrait par la pression à chaud. A l'état brut, elle est trouble, d'un jaune sale, presque brune ; à l'état pur elle est claire, presque incolore. Elle a une saveur douce, un peu alliacée ; sa densité à 15° varie entre 0,913 et 0,923. Cette huile n'est fabriquée que par des pharmaciens ; elle est employée comme spécifique contre la goutte et les rhumatismes. Elle n'a aucune importance au point de vue industriel.

Cette huile est très soluble dans l'éther et le chloroforme, soluble dans 56 parties d'alcool absolu, ou 200 parties d'alcool à 90 p. 100. Saponifiée, elle fournit de la glycérine, des acides oléique et palmitique, et en outre un troisième acide dont la nature est encore indéterminée (1).

HUILE DE MAÏS

Si l'on soumet le maïs au maltage et qu'on le broie ensuite, on obtient comme sous-produit 25 p. 100 de germes qui, soumis à la pression, fournissent environ 15 p. 100 d'une huile très belle, dont la couleur va du jaune clair au jaune d'or, d'une

(1) A. Mjoen. *Arch. der Pharm.*, **234**, 286.

odeur agréable, d'une saveur particulière un peu aigrelette, et d'une assez grande pureté ; et, en outre, un tourteau propre à l'alimentation du bétail. Si l'on traite les germes par diffusion au moyen d'un dissolvant, on obtient environ 22 p. 100 d'huile qui possède sensiblement les mêmes propriétés que celle obtenue par pression. Mais le résidu ne peut alors servir que comme engrais.

L'huile de maïs n'est pas siccative ; elle est relativement épaisse. Sa densité à + 15° est de 0,916. Elle se concrète à — 10°C et forme une masse blanche analogue au saindoux. Cette huile se compose principalement de stéarine, oléine et palmitine ; elle contient, en outre, une petite proportion d'une huile volatile et d'acide gras libre, et une matière non saponifiable, visqueuse, albuminoïde composée en majeure partie de phytostérol.

Cette huile est excellente pour l'éclairage ; elle produit une flamme vive, très blanche, et ne répand aucune odeur désagréable. On l'emploie avantageusement aussi dans les filatures pour le graissage des laines. Elle constitue d'ailleurs un excellent lubrifiant pour les coussinets et autres organes des machines. Dans ces derniers temps on l'a également employée dans la savonnerie où elle a donné de bons résultats. Si on la saponifie seule (100 grammes d'huile exigent 18,81 à 18.92 de KOH) pour savon de base, elle fournit un savon un peu tendre, de couleur jaunâtre et d'une odeur très agréable, avec un rendement de 150 p. 100. Si on la saponifie pour en faire un savon de graissage, elle fournit un savon clair, assez ferme, jaune d'or, d'une odeur agréable, avec un rendement de 235 p. 100. (1)

L'huile maïs est, comme nous l'avons dit plus haut, un sous-produit et non un produit principal.

(1) Der Seifenfabrikant, 1898, 23.

Cette huile a été étudiée par J. Cruikshank Smith (1) ; les résultats trouvés sont les suivants :

Densité à 10°C...........	0,9267
— à 15°C...........	0,9244
— à 20°C...........	0,9218

D'après Schædler, l'huile a une densité de 0,9215 à 15°C et se solidifie à — 10°C. L'auteur a trouvé, au contraire, que si l'on expose l'huile à un froid intense elle se trouble par suite du dépôt de matière solide à — 10° et qu'au-dessous de cette température elle devient très visqueuse mais reste encore fluide à — 20°C. La matière solide précitée se redissout complètement quand on réchauffe l'échantillon.

Les *absorptions de brome et d'iode* étaient les suivantes :

Absorption de brome..........	66,50 0/0
— d'iode..............	122,90 »

On a remarqué que si on laisse la solution de brome en contact avec l'huile pendant plus de 15 minutes, les résultats étaient un peu plus élevés et ne concordaient pas entre eux, par suite sans doute d'une oxydation secondaire.

HUILE DE MARRON D'INDE

Elle est extraite des fruits mûrs du marronnier d'Inde (*Æsculus hippocastanum*) (Hippocastanées) ; mais, ils ne renferment que 5 à 8 p. 100 d'huile. D'après Genevoix, on obtient cette huile en faisant cuire les marrons dans de l'eau additionnée d'acide sulfurique, procédé qui transforme en sucre l'amidon qu'ils contiennent ; l'huile surnage la solution, on la décante. Elle a une couleur brune-verdâtre ; elle possède une odeur caractéristique de navette et une saveur un peu amère ; elle rancit difficilement. Sa densité est de 0,927 à 15° ; elle se concrète à + 1°25. On l'emploie pour l'usage externe contre la

(1) Journ. *Soc. chem. Ind.* 1892, 504.

goutte et les affections rhumatismales ; on l'utilise rarement pour l'éclairage et la savonnerie.

HUILE DE MOUTARDE BLANCHE

Cette huile est extraite des graines de moutarde blanche (*Sinapis alba L*). Ces graines sont blanches jaunâtres ou brunes ; elle contiennent 36 p. 100 d'huile grasse et, en outre, une huile essentielle âcre et brûlante qu'on peut en extraire par distillation.

Les graines de moutarde blanche sont par elles-mêmes inodores ; mais si on les écrase et qu'on y ajoute de l'eau elles développent une odeur âcre, caractéristique, qui provoque le larmoiement. Ces graines, en effet, contiennent, comme celles de moutarde noire, un ferment qui est la *myrosine* et un glucoside appelé *sinalbine*. Le ferment agissant sur ce dernier en présence d'eau, produit l'essence de moutarde blanche.

Cette essence possède les mêmes propriétés que celle de moutarde noire, avec cette différence qu'elle est moins violente.

Les graines ont la composition suivante (Schædler) :

Huile		29,30 0/0
Substance organique		59,25 »
Dont matières protéiques (myrosine)	28,20	
Et azote	4,25	
Cendre		4,45 »
Humidité		7,00 »
		100,00 0/0

Les cendres contiennent :

Potasse	10,02 0/0
Soude	9,61 »
Magnésie	11,25 »
Chaux	21,28 »
Oxyde de fer	1,46 »
Chlore	0,20 »
Acide sulfurique	5,41 »
Acide silicique	3,36 »
Acide phosphorique	37,41 »
	100,00 »

Extraction de l'huile. — On extrait l'huile grasse par pression (rendement 20 — 25 p.100) ou par diffusion au moyen du sulfure de carbone ; on opère de même pour l'huile de moutarde noire.

Composition et propriétés. — L'huile de moutarde blanche se compose, comme celle de moutarde noire, des glycérides des acides érucique, brassicique, stéarique et d'un acide oléique spécial, l'acide oléosinapique. Elle a une couleur jaune d'or et une saveur âcre caractéristique. Sa densité est de 0,9145 à 15° ; elle s'épaissit à — 8° et se solidifie à — 16°

Emplois. — L'huile de moutarde blanche a les mêmes emplois que celle de moutarde noire ; on l'utilise pour l'éclairage, pour le graissage des machines et dans la savonnerie en mélange avec d'autres huiles.

Les résidus sont employés comme engrais ; on les mélange parfois avec des tourteaux alimentaires pour les donner au bétail dont ils excitent l'appétit. On s'en sert aussi pour fabriquer de la moutarde de qualité inférieure ; mais celle-ci est préparée de préférence avec la farine non privée de son huile.

HUILE DE MOUTARDE NOIRE

Origine. — Elle est extraite des graines de moutarde noire (*Sinapis nigra* L.), qui en contiennent de 15 à 25 p. 100.

Les graines, de forme ovale et de couleur brun rouge, sont contenues dans des cosses dont chacune en renferme 4 à 9. Ces graines sont inodores. elles possèdent une saveur huileuse qui s'accentue dans la suite. Si on les mouille avec un peu d'eau, elles dégagent une odeur et une saveur fortes, qui excitent le larmoiement. Ces propriétés sont dues à la présence d'environ 1,70 p. 100 de myronate de potasse et d'un ferment, la *myrosine* qui, au contact de l'eau, produisent l'essence de moutarde.

La myrosine est le ferment, le myronate de potasse est la matière fermentescible. La myrosine est une matière albuminoïde, soluble dans l'eau, coagulable par la chaleur, l'alcool, les acides et les alcalis. Le myronate de potasse est en cristaux incolores, de saveur amère, soluble dans l'eau et l'alcool faible, et insoluble dans l'alcool absolu.

L'isosulfocyanate d'allyle ou essence de moutarde qui se forme lorsqu'il y a contact de la myrosine et du myronate de potasse en présence de l'eau, est liquide, incolore, d'odeur excitant le larmoiement, de saveur âcre. C'est elle qui est le principe actif de la moutarde et qui agit à titre d'irritant et de révulsif sur la peau où elle est appliquée dans la farine de moutarde. Comme l'huile grasse n'est pour rien dans cette action irritante, il s'ensuit que les tourteaux peuvent être aussi actifs que la farine elle-même ; c'est pourquoi on ne les donne pas au bétail, car ils dégageraient de l'essence dans le tube digestif et détermineraient une irritation dont les conséquences pourraient être mortelles.

Les graines ont la composition suivante :

Huile		22,20	0/0
Substance organique		66,81	»
Dont myronate de potasse	1,61		
Et matières protéiques	20,52		
Cendre		4,21	»
Humidité		6,78	»
		100,00	»

La composition de la cendre est sensiblement la même que pour les graines de moutarde blanche.

Extraction de l'huile. — On extrait l'huile des graines de moutarde noire par pression ou par diffusion avec le sulfure de carbone. Les résidus de la pression sont ensuite délayés dans de l'eau tiède et, après avoir abandonné le mélange à lui-même pendant quelques jours, on le soumet à la distillation pour retirer l'essence de moutarde, dont le rendement est d'environ 0,6 p. 100. L'extraction de l'huile grasse est donc ici une affaire

plutôt secondaire ; c'est l'huile essentielle qui fournit le rendement le plus considérable. Les résidus de la pression sont aussi mis dans le commerce sous forme de farine de moutarde dont on fait la moutarde de table ; on connaît aussi ses emplois en médecine.

Propriétés chimiques. — L'huile de moutarde noire contient les glycérides des acides stéarique, érucique et sinapique (?) (ce dernier est un acide oléique d'une espèce particulière), une très petite quantité de soufre et souvent 1 p. 100 de sulfure de carbone sur l'origine duquel on n'est pas absolument fixé.

Propriétés physiques. — L'huile de moutarde noire a une couleur jaune brunâtre ; elle a une saveur douce et, quand elle est extraite par diffusion au sulfure de carbone, elle possède une odeur moins forte que l'huile de navette et de colza. L'huile obtenue par pression sent légèrement la moutarde. Sa densité est de 0,917 à 15°. Elle est soluble dans l'éther, peu soluble dans l'alcool.

Emplois. — Bien épurée, l'huile de moutarde noire peut servir pour l'éclairage ; en outre, elle fournit avec la soude un savon jaune très ferme. Elle est également propre au graissage des machines.

D'après Thier, le pouvoir lubrifiant de l'huile de moutarde est à celui de la meilleure huile d'olive comme 263 est à 168. Soigneusement préparée à froid, elle rancit difficilement et ne se congèle qu'entre — 8°75 et — 10° C.

HUILE DE MOUTARDE DE SAREPTA

Elle provient d'une variété de moutarde (*Sinapis juncea L.*), cultivée en grand dans le Midi de la Russie, spécialement dans les gouvernements de Saratow et d'Astrakan ; elle tend à se propager dans les régions méridionales du Caucase. Elle est à graines noires et sert à fournir de l'huile et aussi de la moutarde de table. Les graines sont plus riches en huile (28 à 30 p.

100) mais plus pauvres en myronate de potasse que celles de la moutarde noire. Les graines sont broyées, puis soumises à la pression. L'huile qu'elles fournissent ressemble à celle de la moutarde noire ; elle est comestible en Russie. Les tourteaux sont mis dans le commerce sous le nom de farine de moutarde de sarepta, de couleur jaune clair ; ils possèdent les mêmes propriétés, quoique à un degré plus faible, que ceux de moutarde noire décrits plus haut.

HUILE D'OLIVE

Production d'huile d'olives.

Extraite par pression du fruit de l'olivier (*Oliva europæa L.*)

Jusqu'à une époque relativement récente, la culture de l'olivier était restée confinée aux régions qui bordent la Méditerranée ; mais depuis quelque temps, les efforts se portent fiévreusement vers les pays nouvellement explorés, où l'on tente d'acclimater les cultures qui font la fortune des pays civilisés. C'est ainsi qu'on a fait des plantations d'oliviers dans l'Afrique Australe, et les essais faits ont été couronnés d'un plein succès. Il en a été de même au Queensland, où la réussite est telle que cette colonie pourra bientôt alimenter d'huile d'olive toute l'Australie. Les autres colonies australiennes sont également entrées dans cette voie.

En Californie, où l'olivier a été importé par des moines Franciscains, sa culture est depuis quelques années l'objet des plus grands soins.

Il en est de même au Chili, où cet arbre réussit à merveille. Ces pays neufs sont évidemment appelés à alimenter complètement le marché américain dans un avenir qui n'est pas très éloigné.

Le Pérou paraît moins approprié à la culture de l'olivier, car les essais tentés depuis quelques années, ont à peu près complètement échoué.

Enfin, on commence également à se livrer à la culture de cet arbre en Chine ; mais on ignore les résultats obtenus.

Actuellement, les pays producteurs d'huile d'olive les plus importants sont l'Italie, la France, l'Espagne et la Turquie. Les chif-

fres suivants montrent l'importance de la culture de l'olivier dans l'agriculture de ces pays. La production italienne, d'après les statistiques officielles, est évaluée à 2.500.000 hectolitres, celle de la France à environ 200.000 hectolitres, celle de l'Espagne à 2.195.743 quintaux.

Comme on le voit, c'est l'Italie qui occupe le premier rang; d'après un des derniers recensements, la culture de l'olivier y occupe une surface de 1.060.905 hectares. Ces chiffres dénotent un progrès très considérable depuis vingt ans; il faut reconnaître que le gouvernement italien avait fait dans ces dernières années de grands efforts pour encourager cette branche si importante de l'agriculture italienne.

Mais il y a une ombre à ce tableau : si la culture de l'olivier a été perfectionnée, l'extraction de l'huile se fait encore dans certaines provinces avec un outillage et par des procédés très primitifs. Ce sont les pays de Bari et la Toscane qui fournissent l'huile la plus recherchée, non que ces contrées soient mieux favorisées que les autres par le sol, mais parce que la récolte des olives et l'extraction de l'huile y sont l'objet de soins mieux entendus.

C'est un Français qui, s'étant rendu à Bari pour faire des achats d'huile, reconnut que l'huile fraîchement extraite était d'aussi bonne qualité que celle de Provence. Il fit donc lui-même des essais de fabrication qui lui donnèrent d'excellents résultats. Depuis cette époque, la province de Bari fournit des huiles supérieures à celles du reste de l'Italie.

En France, la surface consacrée à la culture de l'olivier est de 130.000 hectares, qui fournissent en moyenne 2.500.000 hectolitres d'olives. Sur cette quantité, 2.000.000 hectolitres sont mis en œuvre pour l'extraction de l'huile et rendent environ 200.000 hectolitres d'huile. La culture de l'olivier est localisée dans le Vaucluse, les Bouches-du-Rhône, le Gard et les Alpes-Maritimes.

Le rayon de Nice compte environ 800.000 oliviers, qui appartiennent presque entièrement à la petite culture. On reproche à celle-ci de ne pas apporter assez de soins à la récolte des olives et à l'extraction de l'huile.

Le marché le plus important pour l'huile d'olive est celui de Marseille.

En ce qui concerne l'Espagne, nous ne possédons pas de données précises. La surface consacrée à l'olivier est d'environ 1.000.000 d'hectares. Son exportation d'huile n'est que d'environ 300.000 hectolitres; ce chiffre n'est pas très élevé par rapport à la surface plantée en oliviers, parce que la consommation indigène est elle-même

très considérable. En aucun pays du monde, la consommation journalière d'olives et d'huile n'est aussi grande qu'en Espagne. Ce pays, d'ailleurs, ne fournit que des huiles de qualité très ordinaire, ce qui provient évidemment du manque de soins dans l'extraction de l'huile. Le gouvernement espagnol a tenté des efforts très sérieux pour remédier à cet état de choses, mais ses efforts sont restés stériles. Aussi, l'huile d'olive espagnole exportée, n'est généralement employée que pour la savonnerie.

Le Maroc exporte des quantités relativement importantes d'huile d'olive, mais celle-ci est de qualité médiocre et bonne seulement pour la savonnerie.

Notre colonie algérienne, dont le sol et le climat se prêtent merveilleusement à la réussite de l'olivier, a fait de rapides progrès dans cette voie ; elle compte actuellement plus de 5.000.000 d'oliviers répartis en quantités à peu près égales dans les trois provinces.

La Tunisie produit également des quantités importantes d'huile d'olive ; mais cette huile est, comme celle de la Sicile, beaucoup moins épaisse que l'huile d'origine française, c'est pourquoi on la mélange avec les huiles d'Europe pour ses différents emplois. Nous reviendrons plus loin sur ces huiles.

La Syrie et la Palestine produisent environ 80.000 hectolitres d'huile d'olive par an ; mais cette huile est extraite par des procédés primitifs et, partant, de mauvaise qualité. On la recherche cependant pour certains usages industriels. De l'avis de personnes compétentes, l'emploi de meilleures méthodes de culture et de fabrication permettrait d'obtenir dans ces pays des huiles de table qui ne le céderaient en rien aux huiles fines de Provence.

En Grèce, la culture de l'olivier occupe une surface d'environ 170.000 hectares qui produisent environ 130.000 tonnes d'olives dont une grande partie est consommée en nature, de sorte que la production d'huile ne dépasse guère 250.000 hectolitres.

La Dalmatie et l'Illyrie réunissent également les conditions de sol et de climat nécessaires pour la réussite de l'olivier ; aussi sa culture y prend-elle une extension toujours croissante.

RÉCOLTE DES OLIVES ET FABRICATION DE L'HUILE

Récolte des olives. — Les olives doivent être cueillies lorsqu'elles ont atteint un certain degré de maturité : cueillies trop

tôt elles fournissent une huile amère ; cueillies trop tard, elles rancissent et donnent une huile de mauvaise qualité. Il est donc très important de bien choisir l'époque à laquelle il convient de faire la récolte des olives, comme aussi les moyens pour en opérer la cueillette. Il y a plusieurs opinions au sujet de l'époque à laquelle on doit procéder à cette récolte.

« Les uns, dit M. Ratard (1), veulent que ce soit le plus tard possible, et alors que l'olive trop mûre se détache d'elle-même pour tomber sur le sol. Cette pratique est suivie dans la plus grande partie de l'Italie, parce que les olives, à leur dernier degré de maturité, rendent plus d'huile proportionnellement à leur poids.

« D'autres soutiennent, au contraire, que cette méthode est absolument vicieuse, parce que l'olive, à ce moment, diminue de poids en perdant une partie de son eau, et si, intrinsèquement, elle semble produire plus d'huile proportionnellement à son poids, il est nécessaire d'employer, pour produire le même poids d'huile, un plus grand nombre d'olives que si elles étaient moins avancées ; on perd ainsi exactement d'un côté ce que l'on paraît gagner de l'autre. L'huile provenant de fruits trop mûrs est, d'ailleurs, de qualité inférieure, peu estimée et d'un rapport moins considérable à la vente. D'après des expériences faites et répétées plusieurs fois, il paraît maintenant admis par les agronomes que la croyance invétérée qu'ont certains cultivateurs que les olives cueillies tardivement donnent un rendement plus considérable est une de ces erreurs qu'il importe de corriger et qu'une routine aveugle peut seule continuer à admettre.

« Un autre inconvénient sérieux, qu'on doit mettre au compte de la récolte tardive, c'est que les fruits laissés trop longtemps sur l'arbre le fatiguent, empêchent la formation et le développement des jeunes bourgeons et occasionnent pour l'année sui-

(1) Rapport sur la culture de l'olivier et la production de l'huile en Italie. *Bulletin du Ministère de l'agriculture*, 1895.

vante une récolte des plus maigres. On doit aussi tenir compte que, plus on prolonge le séjour de l'olive sur la plante, plus elle est exposée aux dégâts occasionnés par les oiseaux qui en sont friands, comme les merles et les grives et par tous les accidents des saisons et des vents.

« Il est bien connu, en effet, que la gelée réduit de beaucoup la production de l'huile et rend celle-ci de mauvaise qualité. On peut donc admettre comme un principe que la récolte tardive des olives est nuisible à la qualité et même à la quantité du produit.

« Les olives récoltées à bonne maturité donnent le maximum d'huile qu'on puisse obtenir et d'excellente qualité. L'olive est arrivée à maturité lorsqu'elle prend une couleur violacée intense, tendant au noir lucide. et que la pulpe se détache facilement du noyau.

« Si à la quantité, on préfère une qualité d'huile extra-fine et délicate, on ne doit pas attendre que le fruit atteigne la complète maturité. Il faut anticiper un peu la récolte. Le rendement obtenu est moins considérable, mais la qualité du produit compense la perte.

« Dans la partie méridionale de l'Italie, et notamment dans les Calabres, la Sicile et les Pouilles, dont le climat a tant de ressemblance avec celui du nord de l'Afrique, on a remarqué que l'huile se forme dans les cellules de la pulpe, un peu avant que le fruit arrive à complète maturité et que, si on laisse retarder la cueillette, elle devient plus dense, plus grasse et plus colorée ; et c'est pourquoi, dans ces régions, il convient d'avancer la récolte. En résumé, l'expérience scientifique en Italie met le cultivateur en face des solutions suivantes :

« 1° Les olives cueillies à l'époque précise de leur maturité donnent le maximum de rendement qu'on peut attendre, avec un produit de bonne qualité ;

« 2° Les olives cueillies un peu avant d'arriver à maturité parfaite produisent une huile de qualité supérieure mais perdent un peu comme quantité ;

« 3° Les olives cueillies tardivement donnent une huile de qualité inférieure.

« Dans beaucoup de régions où la coutume de la cueillette tardive est invétérée, on attend que les fruits tombent eux-mêmes de l'arbre par excès de maturité. Les inconvénients de ce système sont nombreux, car, outre ceux qui ont été énumérés précédemment, on doit se rendre compte que l'olive, spécialement dans les climats tempérés, étant un fruit difficile à se détacher de la plante, il s'ensuit que la récolte est très lente à se faire et que les pertes par les oiseaux, les pluies, les vents ou les gelées peuvent être considérables sans admettre en ligne de compte, ainsi qu'il est indiqué précédemment, la mauvaise qualité de l'huile. Ce système de récolte paraît donc devoir être complètement proscrit. On doit aussi renoncer au gaulage qui est malheureusement beaucoup trop employé, car on cause ainsi un sérieux dommage à la plante et aux fruits. On se rend compte facilement combien le moyen barbare de gauler un olivier, comme on le fait pour les noyers ou les amandiers, doit causer de mal à cet arbre délicat. L'olivier, en effet, ne produit que sur des rameaux de deux ans, et, en le frappant à coups redoublés avec une perche, pour faire tomber les fruits, ce sont justement les rameaux les plus tendres, ceux destinés à la production future, qui peuvent résister le moins à la battue et sont brisés et arrachés violemment des branches maîtresses. Souvent l'écorce elle-même est blessée, et il n'est pas rare que la rogne se développe de préférence dans les champs d'oliviers soumis à un pareil traitement. L'olive elle-même en est toute meurtrie et sa propension à fermenter dans les réservoirs est augmentée d'autant, au grand détriment de la qualité future du produit.

« Le meilleur moyen pour effectuer la cueillette de l'olive est à la main ou au moyen de légères secousses données aux branches, soit avec un crochet, soit par un gamin monté dans l'arbre. Les pays de Bari et la Toscane en général, qui sont les deux contrées de l'Italie où l'huile est de meilleure qualité, font la récolte à la main. Au contraire, dans la province de Lecce,

la plus productive de la Péninsule, l'huile est de mauvaise qualité, bonne à peine pour la savonnerie, la combustion et les machines, parce que les fruits ne sont recueillis que lorsqu'ils se détachent eux-mêmes de l'arbre par maturité excessive.

« Il ne faut pas oublier de procéder à la cueillette du fruit par un temps sec et par une journée de soleil ; mais, si le cultivateur était forcé de la faire par un temps humide, il serait nécessaire de faire sécher l'olive dans le champ, avant de l'envoyer au moulin, en ayant toutefois bien soin de la garantir de la poussière.

« De quelque façon d'ailleurs que la récolte ait été faite, il est urgent de débarrasser les olives de la terre et des autres impuretés qui auraient pu se mélanger avec elles, soit par un nettoyage à la main, soit par un lavage ; mais, dans ce dernier cas, il est absolument nécessaire de les faire sécher avant de les amener au pressoir.

« Il vaut mieux se servir de paniers et de baquets pour porter les olives à la maison, de préférence aux sacs dans lesquels elles pourraient se meurtrir. Il faut aussi bien faire attention à ne pas les transvaser trop brusquement ou à ne pas les laisser tomber de haut pour éviter les blessures et la fermentation rapide qui s'ensuit.

« *Conservation des olives.* — Il est incontestable que l'olive portée au moulin à peine cueillie donne la meilleure huile. On doit cependant constater que, dans la plupart des régions où l'on cultive l'olivier, on continue encore à garder les olives en tas après la récolte, pour les faire fermenter avant d'en extraire l'huile. Dans certains pays méridionaux, on fait fermenter les tas d'olives souvent pendant quatre mois, en y ajoutant même du sel, sous le prétexte de les purger ; aussi l'huile qu'on en retire est-elle de couleur verdâtre, d'odeur rebutante, de saveur accentuée et peu propre à la consommation de l'homme. Dans la province de Bari, dans la Toscane et la Ligurie, où se fabriquent les meilleures huiles, on ne pratique jamais la fermentation préalable des olives. On doit cette dé-

testable habitude à une vieille croyance dont les paysans sont imbus, d'après laquelle le rendement en huile serait considérablement augmenté par la fermentation. Les récentes expériences, conduites scientifiquement par différents agronomes distingués, prouvent le contraire, et il n'y a pas de doute possible au sujet de la mauvaise qualité du produit ainsi obtenu.

« Le meilleur procédé, en l'état actuel des choses, consisterait évidemment à porter directement le fruit à peine cueilli de l'arbre au pressoir ; mais, si cela est facile pour le petit cultivateur, possesseur d'un nombre restreint d'oliviers, il n'en est pas de même pour les grands propriétaires, surtout dans les années de pleine récolte. Pour ceux-ci, la conservation des olives pendant un certain temps est une nécessité qui s'impose. Le problème à résoudre consiste à empêcher la fermentation dans le tas d'olives pendant le temps qui précède leur mise en fabrication. L'expérience suggère que les olives amoncelées s'échauffent et fermentent rapidement ; aussi conseille-t-on de les garder dans des lieux couverts et ventilés, sur le parquet desquels on doit les distribuer en couches ne dépassant pas au maximum 15 centimètres d'épaisseur.

« On a encore recours à un autre moyen qui paraît donner de bons résultats : on garde les olives dans des vasques remplies d'eau où elles surnagent. Ces vasques sont garnies d'une ouverture dans leur fond par laquelle, tous les huit jours à peu près, elles sont vidées, pour être remplies de nouveau avec de l'eau fraîche. Les olives peuvent se conserver ainsi jusqu'au mois de mai, et il n'y a qu'à les faire sécher avant de les envoyer au moulin ».

EXTRACTION DE L'HUILE

L'olive se compose de la pulpe, du noyau et de l'amande ; la pulpe et l'amande sont riches en huile, tandis que la coque n'en contient guère plus de 1 p. 100. La grosseur des olives

varie depuis celle de la noisette jusqu'à celle d'un œuf de pigeon ; leur forme est ovoïde ; leur couleur noire ou violet foncé, rougeâtre, blanchâtre ou verte. La pulpe de l'olive a tout d'abord une saveur forte et désagréale qui s'adoucit au fur et à mesure qu'elle avance en maturation. Le noyau a une forme allongée et renferme une graine en forme d'amande. La teneur en huile des olives varie suivant leur degré de maturité, leur provenance et les conditions de végétation de l'arbre. Les olives non encore mûres renferment 70 à 80 p. 100 d'eau et très peu d'huile ; les olives mûres ne contiennent que 25 p. 100 d'eau et jusqu'à 70 p. 100 d'huile. La pulpe renferme ordinairement 56 p. 100 d'huile, l'amande environ 25 à 28 p. 100 et la coque 1 p. 100 seulement, comme nous l'avons dit plus haut.

L'extraction de l'huile commence par le broyage des olives à l'aide de meules très primitives. On verse les olives sur la meule gisante, puis on fait fonctionner la meule tournante, qui est en granit ou en bois d'olivier, en l'actionnant soit par un mulet, soit par une roue hydraulique. Un ouvrier, armé d'une pelle, renvoie sans cesse sous la meule tournante la matière au fur et à mesure qu'elle est poussée vers la périphérie. La matière étant suffisamment broyée, on la recueille dans une auge d'où elle est chargée dans des scourtins en jonc, ronds ou carrés ; les scourtins remplis sont pressés dans une presse à vis. L'huile qui s'en écoule est recueillie dans un réservoir. Les tourteaux de cette première pression sont ensuite émiettés et remis sous presse tels quels, ou mouillés avec de l'eau froide ou chaude avant d'être remis sous presse. L'huile de cette seconde pression est recueillie dans un récipient spécial dans lequel s'effectue la séparation de l'eau et de l'huile ; cette huile est moins bonne que celle de première pression ; on mélange souvent les deux produits. Il arrive souvent qu'on fasse encore deux ou trois repasses ou pressions successives ; on obtient alors des huiles de différentes qualités dont il sera question plus loin, tandis que les résidus servent à la fabrication des huiles de ressence. A cet effet, on brasse les résidus avec de

de l'eau bouillante ; on sépare ainsi les parties charnues des noyaux et on les soumet à la pression. On obtient alors l'huile dite de ressence. Les résidus sont jetés dans des fosses ou *enfers* et recouverts d'eau ; ils fourniront plus tard de l'huile dite d'enfer, dont l'odeur est nauséabonde.

Tel est le procédé employé presque exclusivement jusqu'à une époque récente pour l'extraction de l'huile d'olives. Mais, actuellement, on emploie des méthodes plus rationnelles. On traite les olives dans des broyeurs qui broient seulement la pulpe en la séparant des noyaux, ou simultanément la pulpe et les noyaux, suivant qu'on veut obtenir une huile plus ou moins fine. La pâte obtenue est ensuite soumise à la pression dans une presse hydraulique, hydratée avec de l'eau si elle est trop sèche ou mélangée de paille si elle est trop humide. On presse d'abord à froid à une pression modérée, puis on augmente lentement la pression ; finalement on chauffe les résidus à la vapeur et on les délaie, puis on les soumet à une nouvelle pression. Les tourteaux de la pression sont soumis à la diffusion par le sulfure de carbone, de même que les fruits tombés des arbres avant la maturité et ceux gâtés par une conservation défectueuse.

NOUVEAU PROCÉDÉ D'EXTRACTION DE L'HUILE D'OLIVE (1)

En 1899, A. Kuess inventa un procédé (Brevet français 291.559) permettant d'extraire en une seule opération la totalité de l'huile contenue dans les olives. Ce procédé consiste à traiter la pulpe avec un égal poids d'une solution d'un carbonate alcalin (à 3° B.) à une température de 60° C. ; on obtient alors une émulsion dont on précipite la cellulose et le mucilage par le mélange d'une forte solution aqueuse d'alun. La séparation est accélérée par le passage d'un courant électrique ; on

(1) *Staz. sperim. Agrar. ital.*, 1902 (916-921).

obtient ainsi au fond de l'appareil un résidu ne contenant qu'une faible quantité d'huile.

M. A. Funaro a soumis ce procédé à une série d'essais en grand à Monastier (Tunisie), mais il établit qu'il lui a été impossible d'obtenir des résultats satisfaisants en se conformant aux indications données dans le brevet. Cependant, en y apportant certaines modifications dans le choix de la température, la concentration de la lessive et les appareils, il est arrivé à rendre le procédé pratique ; ces modifications font l'objet de brevets en Italie et en Tunisie (1902).

Les olives sont d'abord finement broyées et réduites en une pulpe homogène ; l'huile vierge qui s'en écoule spontanément pendant ce broyage est recueillie à part. Vers la fin du broyage, la pulpe est hydratée par l'addition d'une solution très diluée de carbonate de soude, puis transportée dans de grands bacs contenant la lessive alcaline diluée, dont la température ne doit pas dépasser 40° C. de façon à prévenir toute saponification. On agite la masse en y injectant de l'air sous pression (Brevet français 507, 1902). Au bout de 6 heures d'aération, le contenu des bacs est laissé en repos ; l'huile et la pulpe montent alors à la surface sous forme d'une émulsion. On traite celle-ci avec une solution très diluée d'alun, tout en injectant dans la matière de l'air comprimé et y lançant un courant électrique. Après avoir agité pendant quelques heures, on abandonne le liquide au repos pendant 12 heures pour permettre à l'alun de précipiter les matières extractives et colorantes.

La précipitation étant complète, on lave à l'eau l'huile qui surnage le liquide et on la filtre. Le dépôt formé au fond des bacs contient au maximum 4 à 5 p. 100 d'huile calculée sur la pulpe sèche, et cette huile peut être facilement recouvrée pour la savonnerie, en la traitant par une lessive chaude de soude.

L'huile d'olive obtenue par ce procédé est de qualité uniforme, d'une odeur et d'une couleur très faibles et, différant en cela des autres huiles d'olives, elle ne se solidifie pas si on la refroidit. Elle est exempte d'acidité, et reste complètement

neutre pendant sa conservation. Cependant, elle manque de sapidité, et en particulier de ce goût plus ou moins fruité qui caractérise les huiles d'olive extraites par les procédés usuels. Néanmoins, elle a obtenu un certain succès chez les consommateurs du nord de la France.

Pour faire ressortir les avantages que présente ce procédé en comparaison de ceux de la méthode ordinaire, l'auteur cite l'exemple suivant. Les olives employées avaient la composition suivante :

Huile..................	26,85 0/0
Eau....................	39,75 —
Cellulose, pulpe, etc.....	33,40 —
	100,00 0/0

La quantité d'huile extraite par le nouveau procédé était de 25,15 p. 100, quantité à laquelle il convient d'ajouter 1 p. 100 d'huile contenue dans le dépôt des cuves. Traitées par la méthode usuelle des presses, les mêmes olives avaient fourni :

Huile de 1re et de 2e pression...	19,25 0/0
Huile d'enfer..................	1,00 —
Huile de grignons,.............	3,40 —
Total..................	23,65 0/0

Des expériences faites à titre de contrôle par M. Bertainchand ont donné les résultats suivants :

Huile comestible.......	22,60 0/0
Huile de grignons......	1,20 —
Total............	23,80 0/0

Contre 25,9 p. 100 d'huile par le nouveau procédé.

Ce qui fait, en faveur de ce dernier procédé, une différence de près de 8 p. 100 dans le rendement en huile ; en outre, ce procédé supprime les presses hydrauliques et diminue considérablement la main-d'œuvre. Dans la petite huilerie de Monastier, on peut traiter journellement 5.000 kilogrammes d'olives par 5 ouvriers et un ingénieur. Cette méthode peut être également appliquée à l'extraction d'autres huiles comestibles.

Clarification et épuration de l'huile. — L'huile recueil-

lie à la presse est trouble et tient beaucoup de matières en suspension ; il est donc nécessaire de la clarifier et de l'épurer. On peut effectuer la clarification par le repos et la filtration, ou encore par l'emploi des alcalis ou des acides.

Les huiles comestibles sont généralement clarifiées par le repos, la filtration et les acides végétaux, les autres qualités au moyen des alcalis et des acides minéraux. Lorsqu'on a recours à la méthode du repos, il convient de transvaser l'huile quatre ou cinq fois dans des récipients différents chaque fois après un repos suffisant pour permettre aux matières étrangères en suspens de se déposer au fond du vase ; mais il faut avoir soin, après chaque transvasement, de bien séparer l'huile claire des impuretés qu'on met à part pour en extraire l'huile plus tard.

La meilleure température pour effectuer cette opération, est celle comprise entre 12 et 15° C.

On combine souvent la filtration avec les transvasements. A cet effet, on suspend sous le trou de bonde de chaque pile ou réservoir, un vase en étain à fond perforé et recouvert d'une couche d'ouate fine qu'on remplace deux fois par jour, et qu'on a soin de faire baigner auparavant pendant 24 heures dans une solution de soude caustique à 1 ou 2 p. 100, afin de l'empêcher de communiquer à l'huile un goût désagréable. Ce vase, en étain, a une capacité d'environ 1/3 de mètre cube. et repose sur un entonnoir par lequel l'huile s'écoule. Cette disposition est très simple et facile à comprendre : du réservoir supérieur, l'huile filtre par la boîte en étain et se rend dans un deuxième réservoir situé à un niveau plus bas ; du deuxième réservoir, elle se rend de même dans le troisième en filtrant à travers de l'ouate ; du troisième réservoir, elle coule de même à travers un filtre analogue et se rend dans un réservoir où on la laisse encore déposer.

Mais ce mode de clarification et de filtration, forcément lent et imparfait, ne saurait jamais fournir les résultats qu'on ob-

tient par un bon filtrage, tel que nous le décrirons plus loin au chapitre *Raffinage des huiles*.

Le traitement des huiles fines par les acides végétaux, comme l'acide citrique ou l'acide tannique, permet également d'arriver rapidement à une clarification parfaite ; mais il faut avoir soin de ne pas employer ces acides en excès, et le mieux est de faire d'abord un essai sur un petit échantillon. On prépare la solution tannique en faisant macérer pendant deux ou trois jours 2 kilogrammes d'écorce de chêne moulue, dans 10 litres d'eau ; on filtre avant de s'en servir. On obtient la solution citrique en ajoutant le jus de 10 citrons de grosseur moyenne à 10 litres d'eau, et la filtrant avant de l'employer.

La solution ainsi préparée est versée lentement dans l'huile que l'on agite vivement avec un petit balai d'osier, puis on laisse reposer. Au bout de 24 heures, la clarification est complète. On soutire alors l'huile, et l'on met les déchets à part pour les utiliser ultérieurement.

Les huiles industrielles sont clarifiées au moyen des alcalis, et des acides sulfurique et nitrique, suivant les méthodes que nous avons décrites dans un chapitre spécial. L'huile épurée au moyen des alcalis est meilleure pour l'éclairage et pour le graissage des machines que celle qui a été traitée par les acides, car elle est moins exposée à attaquer les métaux.

Conservation de l'huile. — L'huile, étant décantée et épurée, doit être emmagasinée pour sa conservation. Ce produit est d'une altération facile ; il redoute surtout le contact de l'air et une température élevée. Il convient donc de le conserver dans des endroits frais, secs et aérés, à l'abri des brusques variations de température et éloigné de toutes les exhalaisons malsaines. Une exposition au nord est préférable. Le mieux est de la conserver dans des réservoirs ou citernes.

A Nice, les réservoirs sont généralement garnis de carreaux de porcelaine ; à Livourne, de plaques de marbre, de plaques de terre cuite vernissée dans d'autres villes d'Italie. Lorsque la fabrication n'a pas une importance suffisante pour qu'il soit

nécessaire de construire des citernes, on se contente de réservoirs en étain en nombre en rapport avec les différentes qualités d'huile que l'on fabrique. Le seul inconvénient que présentent les réservoirs en étain est que la température ne peut y être maintenue aussi fraîche et uniforme que dans les citernes.

L'huile reste dans les citernes ou réservoirs pendant 90 jours ; pendant ce temps, toutes les impuretés qu'elle contenait encore ont eu le temps de se déposer. Quand elle est bien clarifiée on la soutire dans un autre réservoir, à moins qu'on ne doive l'expédier de suite à la consommation. Les huiles comestibles sont expédiées en fûts de 200 à 600 kilogrammes, ou en flacons d'un demi-litre, ce qui constitue encore le meilleur mode de conservation.

L'embouteillage doit être fait aussitôt après la clarification ; les flacons, bouchés soigneusement et capsulés, doivent être conservés en un endroit obscur. Ainsi conservée, l'huile se garde pendant des années, sans rien perdre de sa finesse. Lors des décantations, les fonds de cuve doivent toujours être filtrés de nouveau. L'huile conservée en fûts ne se garde pas plus de deux ans au maximum.

SORTES COMMERCIALES D'HUILES D'OLIVE

Le commerce distingue plusieurs sortes d'huiles d'olives ; on peut les grouper comme suit :

2° L'*huile vierge* ou *huile surfine*, qu'on obtient des olives cueillies à la main un peu avant complète maturité, et pressées à froid sans écraser les noyaux (1). Les huiles de cette catégorie sont fournies principalement par la Provence, par la Toscane et la province de Bari, comme nous l'avons indiqué dans la première partie de ce chapitre.

(1) Nous verrons plus loin jusqu'à quel point cette précaution est justifiée. (L'auteur.)

2° Les *huiles comestibles ordinaires* se distinguent de l'huile vierge par la différence de goût, de finesse. Elles résultent d'une première pression des olives et d'une seconde pression des tourteaux après les avoir délayés avec de l'eau chaude. Les huiles de ce genre sont fournies par la région provençale, par la Toscane, la Riviera et la province de Bari. Cette ville est d'ailleurs le centre d'un vaste mouvement commercial à ce point de vue. Bien que l'huile ait un léger goût d'amertume, elle passe pour se conserver fraiche plus longtemps ; on l'ajoute parfois même à des huiles rances pour les rajeunir. Dans les années de mauvaise récolte, les huiles de la Grèce et de la Turquie, quoique ne se plaçant qu'au troisième rang des huiles comestibles, viennent combler les vides.

3° L'*huile lampante*, *huile à brûler*. — Ces huiles ne sont pas comestibles, par suite du mode de fabrication employé. Après quelque temps de repos dans les citernes, elles sont livrées au commerce et servent pour l'éclairage, la fabrication des savons, etc. Elles sont fournies par la Provence, l'Espagne, le Portugal, l'Italie, la Sicile, la Sardaigne, l'Algérie, la Tunisie, la Grèce, la Syrie et la Palestine. Elles sont expédiées en fûts de pétrole de 600 à 700 kilog.

4° L'*huile de ressence*. — Elle est fournie par la plupart des pays producteurs. Elle résulte du broyage des grignons et de leur traitement par l'eau chaude après qu'on en a extrait l'huile lampante. A cet effet, les grignons sortant de la presse sont mis immédiatement dans des bassins contenant de l'eau, afin de ne pas entrer en fermentation. Ils sont ensuite traités dans des bacs à lavage, superposés, au nombre de trois à cinq ; l'huile surnage et s'écoule. Elle est colorée en vert ou en brun foncé, épaisse ; elle est d'une odeur forte. Si on la laisse au repos, elle sépare des acide gras. On l'emploie pour la fabrication des savons durs.

5° L'*huile de fabrique* est une variété de la précédente. Elle sert aux mêmes usages, et au foulage des tissus.

6° L'*huile d'enfer* est extraite des eaux de lavage de la fabri-

cation des huiles et conservées dans des citernes dites enfers. On la recueille à la surface et on la mélange avec les résidus et les fonds de bacs devenus rances.

7° Les *huiles tournantes* sont des huiles devenues acides qui possèdent la propriété de former des émulsions lactescentes avec les carbonates alcalins. Elles proviennent des fonds des citernes (piles), et servent principalement à la fabrication du rouge turc ou rouge d'Andrinople. L'huile d'olive ordinaire ne contient pas d'acides gras, ou n'en contient que des quantités insignifiantes. Le remaniement des tourteaux en tas, la fermentation des olives en tas, ou toute manipulation qui aura pour effet de multiplier les points de contact de l'huile avec les matières qui l'accompagnent, et de prolonger ce contact, déterminera l'acidification de l'huile. Celle-ci devient tournante (Pelouze). Une huile de cette nature est d'autant plus estimée que l'émulsion est plus parfaite et que sa partie grasse met plus de temps à se séparer du liquide aqueux. Pour distinguer une huile tournante d'une huile ordinaire ou flambante, il suffit d'en laisser tomber une ou deux gouttes dans un verre à expérience contenant une dissolution de soude caustique marquant 1,5-2° B. : la première devient rouge opaque, la seconde reste transparente. C'est ce procédé que suivent ordinairement les industriels qui vendent ou qui achètent des huiles tournantes, et ils en jugent d'après le plus ou moins d'opacité des gouttes oléagineuses, si la propriété qu'ils cherchent est plus ou moins développée dans l'échantillon d'huile soumise à l'essai.

Composition chimique. — L'huile d'olive se compose de 72 à 75 p. 100 d'oléine et de 28 à 25 p. 100 d'un mélange de palmitine, d'arachine et d'un peu de stéarine. D'après Hazura et Grussner les acides liquides de l'huile d'olive contiendraient également un peu d'acide linolique. Elle contient, en outre, de la cholestérine et de la matière colorante, qui ne peut être que de la chlorophylle. Pour saponifier 100 grammes d'huile d'olives, il faut 18,25 à 19,60 grammes de potasse caustique. La somme totale d'acides gras insolubles s'élève à 95,43 p. 100.

L'huile de grignons d'olive est plus riche en acides gras solides et 100 grammes de cette huile exigent 18,85 grammes de potasse caustique pour être saponifiés. Si l'on mélange deux parties d'huile avec une partie d'acide sulfurique en refroidissant convenablement le mélange, et qu'au bout de vingt-quatre heures de contact on ajoute de l'eau et qu'on laisse en repos, on obtient une couche supérieure huileuse contenant les acides gras combinés à l'acide sulfurique, et une couche inférieure aqueuse contenant la glycérine également combinée à l'acide. La couche huileuse est employée dans la teinture pour rouge turc.

Propriétés physiques. — Nous avons déjà fait ressortir dans ce qui précède les propriétés physiques des huiles d'olives des différentes sortes ; il nous reste à compléter ces renseignements. L'huile d'olive vierge est presqu'inodore et d'une saveur moelleuse. Exposée à l'air elle rancit, quoique plus lentement que les huiles de qualité inférieure ; elle se trouble au froid et précipite une graisse solide. Les huiles de grignons précipitent plus facilement et plus abondamment ; leur odeur et leur saveur sont fortes ou même repoussantes ; elles ont toujours une coloration plus foncée que l'huile pure. L'huile d'olive est peu soluble dans l'alcool, plus soluble dans l'éther acétique, très soluble dans le chloroforme, le benzol et le sulfure de carbone.

Voici les caractéristiques de l'huile d'olives d'après E. Milliau:

Densité moyenne à 15°C : 0,916 à 0,917. — Acides gras, densité 0,899 ;
Action des vapeurs nitreuses : solidification de la masse ;
Saponification sulfurique (moyenne) absolue : 32,5, relative : 90 ;
Indice d'iode (moyenne) 84 ;
Congélation (moyenne) 0° à + 4°C ;
Fusion des acides gras : 23° à 27° C ;
Solidification des acides gras : 21° à 25°C ;
Saturation : 17,5 à 17,8 ;
Solubilité dans l'alcool absolu : 40 à 50 p. 1000.

L'huile d'olive bout à 329°C, et sa conductibilité électrique est plus faible que celle des huiles de graines.

L'huile de grignons d'olives est colorée en vert-brunâtre et très soluble dans l'alcool et l'acide acétique glacial. Sa densité est de 0,9202 à 15°C.

Falsifications.— L'huile d'olives est sujette à de nombreuses falsifications. Les huiles étrangères qu'on y trouve le plus souvent mélangées sont : les huiles de coton, d'arachide, de sésame, de pavot, de navette, de chanvre, de curcas, de lin ; on y trouve même du vert de gris ajouté pour lui donner la nuance verdâtre. On la falsifie également par l'addition d'huile de lard, de vaseline, d'extrait de chlorophylle, d'éther butyrique. On la dénature parfois avec de l'essence de térébenthine, de lavande ou de romarin dans le but de dépister les employés de l'octroi aux portes des villes. Pour améliorer la saveur de l'huile, on y dissout parfois de l'eau salée ou du jus de fruits fermentés.

Blanchiment de l'huile d'olives. — On emploie plusieurs procédés pour blanchir l'huile d'olives ; mais ces procédés sont peu recommandables pour des motifs qu'il est inutile d'expliquer. D'ailleurs, une huile préparée avec soin, décantée et bien filtrée a bonne apparence et n'a pas besoin d'être blanchie.

Emplois. — L'huile d'olive est l'huile comestible par excellence On l'emploie, en outre, en parfumerie pour la fabrication des huiles dites antiques, pour l'ensimage des laines dans les filatures, comme huile tournante pour la fabrication du rouge turc ; enfin, elle sert pour le graissage des machines, pour la fabrication du savon, pour l'éclairage, etc.

HUILE DE NOYAUX D'OLIVE

Les données que l'on trouve dans la littérature des corps gras sur l'huile de noyaux d'olive nous dépeignent cette huile comme une substance peu recommandable et dont la présence dans les huiles comestibles doit être évitée avec le plus grand

soin. Elle aurait une saveur âpre et amère et, mélangée à l'huile d'olive, elle déterminerait la décomposition rapide de celle-ci. Elle se distinguerait de l'huile d'olive par sa coloration vert-brun foncé et sa facile solubilité dans l'alcool et l'acide acétique glacial, solubilité due à sa teneur élevée en acides libres. Cette opinion défavorable sur l'huile de noyaux d'olive est tellement répandue parmi les producteurs d'huile que dans le broyage des olives on prend des précautions spéciales pour ne pas écraser en même temps les noyaux.

Qu'y a-t-il de fondé dans cette manière de faire ? Doit-on, pour obtenir de bonnes huiles, éviter le mélange de l'huile de noyaux avec celle de la chair ; en d'autres termes doit-on faire usage du dépulpeur ?

Cette question présente un très grand intérêt industriel, elle offre également une réelle importance au point de vue chimique ; et nous sommes heureux de constater qu'elle a été résolue par des expériences pratiques suffisamment étendues pour qu'on puisse leur attribuer l'autorité de la chose jugée. Ces expériences ont été faites par MM. Milliau, Bertainchand et Malet à l'huilerie d'essais de Tunis, qui en ont rendu compte dans un mémoire très substantiel qu'il faudrait presque reproduire en entier (1).

Après quelques considérations générales, les auteurs examinent le cas spécial des huiles extraites de la chair et celui des huiles extraites du noyau d'olive. Ils ont trouvé pour les noyaux d'olive une composition moyenne suivante :

Coque	90,00 0/0
Amande	10,00 »

Pour les amandes ils ont trouvé :

Eau	12,44 0/0
Matière grasse	28,52 »
Résidu	59,04 »

Pour la coque :

Eau	13,00 0/0
Matière grasse	1,04 »
Résidu	89,06 »

(1) Les huites d'olives de Tunisie. *Monit. scient.* 1900.

On remarquera que presque toute la matière grasse se trouve contenue dans l'amande.

Les propriétés relatives des huiles de pulpes et des huiles de noyaux n'ont pas encore été soumises à une étude bien approfondie et les données sont très variables.

Certains spécialistes mal renseignés ont attribué aux huiles de noyaux les propriétés des huiles de grignons. Ces dernières représentent un mélange très oxydé d'huiles de pulpes et de noyaux ; elles possèdent une acidité très élevée, aussi sont elles plus ou moins solubles dans l'alcool. Il est évident qu'elles sont à écarter de la question qui nous occupe.

D'après des expériences qui lui sont propres, M. Sieuve attribue ce que les huiles peuvent avoir de défectueux, et notamment leur facilité au rancissement, à la présence des huiles de l'amande et du noyau. Aussi l'auteur voudrait qu'on séparât la chair du noyau.

Les auteurs out commencé par effectuer des recherches dans ce sens et ils ont constaté sur de nombreux échantillons que les huiles fabriquées seulement avec la chair et celles fabriquées avec la chair et le noyau ne présentaient, au point de vue du rancissement, aucun caractère distinctif. Avec le temps, l'acidité augmente, sans doute, mais dans les mêmes proportions pour l'huile de la chair et pour l'huile totale.

« Il est donc nettement établi, disent-ils, que cette opinion défavorable à l'huile de noyaux d'olives, en ce qui coucerne le rancissement, n'est fondée sur aucune donnée expérimentale bien sérieuse. Aussi, à ce point de vue, ne semble-t-il y avoir aucun inconvénient à mélanger les huiles de la chair et les huiles du noyau.

« Si nous étudions les constantes et si nous comparons les chiffres obtenus pour les huiles extraites de l'olive totale avec ceux obtenus pour les huiles extraites de la chair seulement, c'est-à-dire avec les huiles du dépulpeur, nous ne remarquans aucune différence appréciable.

« Il est vrai que l'huile du noyau ne se trouve qu'en faible

proportion dans la masse totale, et que pour ce motif sa présence peut ne pas avoir une influence appréciable sur les résultats.

« Nous nous proposons d'étudier, dans la suite, et d'une façon toute spéciale, les huiles de noyaux ; ceux-ci, débarrassés de la chair, seront concassés, et sur l'huile extraite, exempte d'huile de la chair, des expériences seront entreprises.

D'après les données analytiques qu'on rencontre généralement dans la littérature des corps gras, il ressort que la densité et l'indice d'iode des huiles de noyaux sont un peu au-dessus de la moyenne qui caractérise celle de l'huile d'olive: l'indice de saponification est un peu au-dessous.

Le travail le plus récent qui a paru sur les huiles de noyaux d'olives est celui de M. Otto Klein (1). Ce chimiste signale les différences que nous venons d'indiquer pour les constantes des huiles de noyaux comparativement avec celles des huiles d'olive. Mais il n'attache qu'une faible importance à ces résultats qu'il attribue à des phénomènes d'oxydation. Il dit: « Ces différences s'expliquent par le fait que la préparation des matériaux a exigé un temps considérable et que ceux-ci ont, par suite, subi une légère oxydation. »

L'auteur donne les chiffres suivants pour deux huiles de noyaux extraites à chaud :

Densité	Indice d'iode	Indice de saponification
—	—	—
919,1	87,08	182,7
918,9	87,58	182,3

Ces chiffres s'écartant un peu de la moyenne qui caractérise les huiles d'olive, devons-nous tout simplement attribuer ces écarts à un phénomène d'oxydation ?

« Non, répondent MM. Milliau, Bertainchand et Malet, car si nous étions réellement en présence de ce phénomène, les résultats seraient tout différents.

(1) *Zeitsch. f angew. Chem.*. 1899, p. 529. *Monit. scient.* 1899.

« L'oxydation, en effet, augmentera le poids moléculaire des triglycérides et diminuera par suite l'indice de saponification; mais elle diminuera aussi l'indice d'iode, puisque les corps non saturés se transformeront partiellement en dérivés saturés.

« Une huile oxydée aura toujours un indice d'iode notablement plus faible que l'huile non oxydée, et cet indice sera d'autant plus faible que l'oxydation sera plus avancée.

« Aussi, lorsque pour une huile nous trouverons un indice d'iode supérieur à la moyenne habituelle, nous ne pourrons jamais l'attribuer à un phénomène d'oxydation, celle-ci provoquant un effet inverse.

« Dans le cas particulier qui nous occupe, on ne peut attribuer à un phénomène d'oxydation les chiffres spéciaux trouvés pour les huiles de noyaux d'olives.

« Au contraire, nous devons voir là, pour les huiles de noyaux, un caractère propre et distinctif.

« Bien entendu, les chiffres dont nous disposons ne nous permettent pas de nous prononcer d'une manière bien catégorique.

« Mais ces faits méritaient d'être signalés, car c'est en se basant sur eux qu'on pourra pousser plus avant ces investigations. Dans l'état actuel de la question, tout porte à croire qu'il existe une différence dans la composition chimique des huiles du noyau et des huiles de la chair. Ces différences ne sont pas encore nettement établies : seule une étude méthodique approfondie permettra de les fixer.

« Un fait important que nous avons signalé est celui qui a trait au rancissement. Les huiles de noyaux ne rancissent pas plus vite que les huiles de la pulpe. Au point de vue de la conservation, il ne paraît donc pas nécessaire de séparer ces deux huiles ; mais en ce qui concerne la finesse des huiles, la solution peut être toute différente.

« De l'avis des dégustateurs, il est impossible d'établir si une huile provient de l'olive tout entière ou seulement de la

pulpe. L'huile de noyau ne communique donc pas à l'huile de la pulpe une propriété organoleptique spéciale, caractéristique.

« Mais si, en prenant une certaine quantité d'olives, on retire, d'une part, l'huile à l'aide du dépulpeur et, d'autre part, l'huile à l'aide du broyeur, et si on soumet ces deux échantillons à la dégustation, les experts sont unanimes à trouver plus de finesse à l'huile du dépulpeur.

« Aussi un industriel de Mahdia, M. Epinat, qui procède au dénoyautage au moyen d'un appareil de son invention, a-t-il trouvé des différences de prix très marquées en faveur de l'huile du dépulpeur.

« L'huile d'olive de première pression, de fabrication courante, fut vendue en 1898, 90 francs, alors que l'huile du dépulpeur atteignait le chiffre de 130 francs. Ce fait ne nous surprend nullement.

« Ce n'est donc pas la chimie qui résoudra, d'une façon définitive, la question de savoir si l'on doit employer ou non le dépulpeur.

« Dans l'état actuel de la science, le rôle de la chimie peut être considéré comme terminé lorsqu'elle a réduit la question à une appréciation organoleptique.

« Nous avons montré qu'au point de vue de la conservation, les huiles de la chair et les huiles du noyau se comportent d'une façon identique ; nous avons signalé leur différence de composition, et il ne nous reste plus qu'à la fixer d'une façon plus rigoureuse.

« Mais ce sera au dégustateur de nous indiquer celui de ces deux produits qu'il apprécie le plus. S'il donne la préférence aux huiles de la chair, il appartiendra à l'industriel d'étudier si cette manipulation supplémentaire et, par suite, l'augmentation de dépenses qui peut en résulter, sera compensée d'une façon rémunératrice par une plus-value du produit élaboré. »

RÉSIDUS DE FABRICATION DE L'HUILE D'OLIVES

La fabrication de l'huile d'olives abandonne des résidus dont l'utilisation intéresse aussi bien le fabricant que l'agriculteur, le premier par le bénéfice qu'il peut en retirer, le second par les ressources qu'il y trouve pour l'alimentation du bétail et pour la fertilisation de la terre.

Composition des grignons sortant des presses (1):

	Variété chetoui	Variété chemlali
Eau	29,98 0/0	26,88 0/0
Matières protéiques	3,51 »	4,16 »
Matières grasses	15.40 »	14.77 »
Cellulose brute	16,04 »	22,98 »
Extractifs non azotés	31,73 »	29,20 »
Matières minérales	3,34 »	2,01 »
	100,00 0/0	100,00 0/0

Composition des grignons ayant subi le traitement au sulfure de carbone et conservés à l'air (1) :

Eau	11,96 0/0	17,00 0/0
Azote	1,15 »	0,92 »
Acide phosphorique	0,17 »	0,15 »
Potasse	0,83 »	0,77 »
Chaux	0,99 »	»
Magnésie	0,11	»

Les grignons sortant des presses possèdent, comme on le voit, une certaine valeur alimentaire ; on les donne aux moutons et aux porcs. Quant aux grignons sulfurés, on les emploie comme engrais.

Les boues de ressence, les fonds de piles sont, après dessiccation à l'air, mélangés avec du carbonate de chaux et servent à la confection d'excellents composts. Seuls de tous ces résidus, la « margine » est restée jusqu'alors sans emploi, par suite de

(1) *Monit. scient., loc. cit.*

son effet désastreux sur toute végétation, même arbustive. Ce produit a été également étudié par MM. Milliau, Berlainchand et Malet (1). Voici les points saillants de cette étude :

La margine est un liquide noirâtre, acide, possédant l'odeur et la saveur de la vinasse de distillerie, de densité généralement comprise entre 1050 et 1065 (de 7° à 9° Bé). D'après les auteurs que nous venons de citer, sa composition élémentaire moyenne est la suivante (margine brute non filtrée) :

Eau	824,2 gr. par litre.
Résidu à 100° C	175,8 — —
Matières minérales	24,23 — —
Acidité totale	6,30 (en SO^4H^2).
Matières grasses	faible quantité.
Matières azotées	3,98 gr. (0,63 × 6,25).
Matières réduisant la liqueur cupro-potassique sans inversion	10,10 (en glucose) $C^6H^{12}O^6$.
Matières réduisant la liqueur cupro-potassique après inversion par acides	8,60 en glucose.
Matières précipitables par l'alcool (gommes et mucilages)	27,05 gr.
Matières astringentes	0,30 —

Abandonnée à l'air, la margine fermente sous l'influence des levures sauvages (genre saccharomyces) apportées par les fruits ; à la fermentation alcoolique succède ensuite une décomposition putride qui est l'origine des émanations désagréables ; le plus souvent aussi la surface libre du liquide se couvre d'un voile de moisissures parmi lesquelles se trouve le *Penicillium glaucum*. Dans un échantillon fermenté, le titre alcoolique étant de 0°97, soit en poids 7,75 grammes d'alcool par litre, l'acidité était particulièrement forte et en grande partie attribuable aux fermentations lactique et butyrique (9,7 gr. d'acidité totale par litre en SO^4H^2, dont 0,5 gr. seulement d'acides volatils de la série grasse).

Il ne semble pas possible d'utiliser mieux la margine dans le

(2) *Monit. Scient.*, loc. cit

tannage des cuirs et des peaux. En outre, le tannin de l'olive ne possède pas la propriété de précipiter la gélatine ; il ressemble en cela à l'acide gallique, mais il diffère de ce dernier par la coloration verdâtre qu'il donne avec les sels de fer.

Au point de vue de sa composition minérale, la margine présente un certain intérêt. La moyenne des analyses effectuées sur des matières provenant des usines de Tunis et de Sousse est la suivante :

Matières minérales	24,20 gr.	par litre.
Potasse (K^2O)	12,43 »	»
Soude (Na^2O)	0,36 »	»
Acide phosphorique (P^2O^5)	0,39 »	»
Chaux (CaO)	0,78 »	»
Magnésie (MgO)	0,33 »	»
Acide sulfurique (SO^4H^2)	traces	»
Chlore (Cl)	2,52 »	»

Ainsi, la caractéristique principale d'une telle composition est la teneur élevée en potasse (50 p. 100 en moyenne du poids total des cendres), ce qui permet, plus encore que les caractères physiques, de rapprocher les margines des vinasses de distillerie.

D'après MM. Müntz et Girard, ces vinasses contiennent par litre :

	Mélasses	Graines	Betteraves	Pommes de terre	Topinambours.
	—	—	—	—	—
Potasse (K^2O) grammes.	1,8 à 9	2 à 6	1,5 à 3	2,5 à 3,5	2,87

L'avantage reste donc aux margines et on conçoit, dès lors, la naissance d'une industrie nouvelle en Tunisie, celle de l'extraction des salins, soit par le procédé Porion, soit par le procédé Vincent.

Ce dernier a l'avantage de récupérer les produits volatils et permet d'obtenir, outre le carbonate de potasse, une quantité assez notable de sels ammoniacaux et de triméthylamine. A ces différents points de vue, l'expérience nous a prouvé que les eaux d'huilerie étaient identiques aux meilleures vinasses de mélasse.

Salin brut.	Insoluble dans l'eau	19,69 0/0
	Soluble dans l'eau	80,31 »
		100,00 0/0

Le résidu insoluble est formé de charbon, de silice, de carbonates alcalino-terreux, de chaux et de magnésie ; il renferme environ 8 p. 100 d'acide phosphorique en combinaison avec la chaux, le fer et l'alumine.

Le salin raffiné provenant de l'évaporation de la partie soluble, donne à l'analyse les résultats suivants :

Carbonate de potasse	68,68 0/0
Carbonate de soude	3,21 »
Chlorure de potassium	27,27 »
Indéterminés et eau	0,84 »
	100,00 0/0

On sait que par des concentrations successives dans des chaudières plates, en tôle, la séparation parfaite de ces différents sels est pratiquement réalisable. La calcination du carbonate de potasse donne la potasse perlasse, les autres sels, carbonate de soude, chlorure de potassium, sulfates de potasse et de soude, sont desséchés et vendus comme engrais minéraux.

Les auteurs se réservent d'étudier sur une plus vaste échelle, l'extraction des salins, des margines de différentes provenances et plus particulièrement de Tunisie, d'Algérie et de Provence. Voici, à titre de comparaison, les différences qui existent entre les vinasses et les margines.

Densité des vinasses à la sortie des colonnes distillatoires = 1044 ou 6° B^{e}.

Densité des margines à la sortie des presses = 1050 à 1060 ou 7° à 9° B^{e}.

Teneur en salin brut des vinasses = 2,5 0/0 en poids.

Teneur en salin brut des margines = 2,3 0/0.

Le problème industriel est donc de tous points semblable à celui des distilleries de mélasses et vaut certainement qu'on l'étudie.

Les échantillons de salins bruts préparés au laboratoire et

provenant de l'évaporation et la calcination des margines non filtrées, présentaient la composition moyenne qui suit :

Carbonate de potasse (CO^3K^2)	55,15 0/0
Carbonate de soude (CO^3Na^2)	2,57 »
Chlorure de potassium (KCL)	21,89 »
Sulfates de potasse et de soude	traces.
Humidité, insolubles et corps non dosés	20,39 »

C'est le carbonate de potasse seul qui sert de base à l'établissement des prix. Au prix moyen de 40 à 42 centimes par unité de carbonate de potasse, le salin brut de margine a une valeur de 20 à 23 francs les 100 kilog, suivant le cours ; dans les mêmes conditions, les meilleurs salins de mélasses ne dépassent pas 24 francs et la moyenne, d'après les analyses, serait comprise entre 18 et 20 francs.

En Tunisie et en Algérie, par suite de la cherté de la houille, la façon la plus économique d'obtenir l'évaporation serait d'utiliser les vapeurs perdues des usines et à utiliser comme combustibles, sur des grilles spéciales, les grignons ayant déjà subi le traitement au sulfure de carbone. Les huileries du Sahel Tunisien depuis déjà plusieurs années, emploient avec succès, les grignons sulfurés pour le chauffage de leur batterie de neuf chaudières, produisant 8.000 kilogrammes de vapeur à l'heure.

Dans la calcination, lorsque la matière a pris une consistance sirupeuse, les produits organiques brûlent et la dépense de combustible devient en ce moment insignifiante.

En France, on arrive ainsi à évaporer 13 kilogrammes d'eau par kilogramme de houille brûlée sur les foyers. Le salin brut de margine, après refroidissement, est d'aspect granulé et grisâtre ; lessivé à l'eau, il abandonne facilement la plus grande partie des sels et perd ainsi 80 p. 100 de son poids.

NOTES ADDITIONNELLES

Fabrication de l'huile d'olive en Sicile. — D'après un rapport du consul des Etats-Unis, à Catane (1), la campagne de fabrication commence fin septembre et se termine fin novembre, mais parfois elle se prolonge jusqu'en janvier. Les meilleures olives sont celles récoltées dans les terrains bas, et l'huile qu'elles fournissent se tient mieux que celle extraite des olives récoltées sur les hauteurs. Les olives sont broyées sur une plateforme circulaire en maçonnerie d'un mètre de haut et de deux mètres de diamètre. Le plan de celle-ci est légèrement incliné vers le centre où se dresse un arbre en bois auquel est fixé une meule verticale d'environ 0 m. 30 de large et qui pèse 800 kilogrammes. Cette meule est actionnée par une mule ou un âne. La meule tourne très lentement ; un homme armé d'une pelle retourne constamment la pulpe. On broie environ 100 kilogrammes d'olives en une demi-heure. La matière est chargée dans des scourtins qu'on empile symétriquement sur le plateau de la presse ; par dessus les scourtins on charge des pièces en bois. La pression est donnée au moyen d'un arbre à vis armé de leviers et actionné par 6 ou 8 hommes. L'huile s'écoule dans un récipient placé sous la rigole de la presse et remplie d'eau aux quatre cinquièmes ; les impuretés gagnent le fond de l'eau et l'huile surnage. Après cette première pression, la pulpe est remise dans la meule pour un nouveau broyage qui dure une demi-heure, puis elle subit une seconde pression. Cette même opération est renouvelée une troisième fois. La pulpe est ensuite emmagasinée dans une pièce sombre où elle est mise en tas de 40 centimètres de haut et abandonnée à elle-même pendant trois jours ; pendant ce temps elle s'échauffe considérablement. On la soumet à un dernier broyage suivi d'une dernière pression. La pulpe résiduelle qu'on obtient

(1) Rep. Cons. U. S. A., 1893, 406.

alors est de 70 kilogrammes par 100 kilogrammes d'olives mises en œuvre ; on la vend aux usines du continent italien qui en extraient le reste d'huile. L'huile fraîchement extraite est conservée pendant huit jours dans des jarres en terre cuite rouge non vernissées, où elle se clarifie. Une température de 20° C. environ est considérée comme la meilleure pour la clarification et la conservation de l'huile.

Les huiles d'olives en Portugal. — La fabrication de l'huile d'olives est une des industries agricoles des plus importantes du Portugal. L'olivier y abonde ; il est cultivé dans toutes les régions avec plus ou moins de soins et avec plus ou moins de succès suivant la nature du sol et les conditions climatériques. Les conditions requises pour la réussite de cet arbre se trouvent réalisées dans tout le pays, jusqu'à des altitudes de 400 à 800 mètres. Les provinces dont la production est la plus importante sont celles d'Alemtejo, Beira Alta, Beira Baxa et, dans la partie chaude, Tras-os montes.

Les procédés modernes d'huilerie se répandent insensiblement et contribuent dans une large mesure à l'accroissement de la récolte et de la production. On semble comprendre de plus en plus la nécessité de mettre les olives en œuvre à l'état frais aussitôt après la récolte. D'un autre côté, les anciens moulins qui datent de l'époque romaine cèdent peu à peu la place aux presses hydrauliques, d'où résulte non seulement un produit de meilleure qualité, mais encore une diminution sensible des frais de fabrication.

Les exportations d'huile d'olives se sont élevées, en 1901, à 37.950 hectolitres en augmentation de 15.000 hectolitres sur les années précédentes, d'une valeur de 2.687.080 francs. Malheureusement le manque de soins dans sa préparation la rend impropre à la consommation de bouche des pays d'Europe, de sorte que la majeure partie des exportations sont expédiées au Brésil et aux colonies portugaises.

D'importantes quantités d'huile sont employées dans la fabrication des conserves de poissons, qui est une des principales

industries du pays. L'exportation des conserves de sardines atteint à elle seule plus de 10.000 tonnes par an, celle des conserves de thon 1.500 tonnes et celle des conserves d'olives de 800 à 900 tonnes.

L'huile d'olive en Perse. — La quantité d'huile de bonne qualité obtenue au moyen des presses persanes peut être évaluée à 17 p. 100 des olives. L'huile de première qualité ayant été extraite, la pulpe est soumise à une deuxième pression qui fournit une nouvelle quantité d'huile de qualité inférieure qu'on emploie pour la fabrication du savon. Dans les années de bonne récolte, l'huile vaut 2 *krans* (environ 1 fr. 35) le flacon d'environ 1 kilogramme, à Resht ou Téhéran, tandis que dans les mauvaises années, les prix s'élèvent jusqu'à 5 krans. Voici le procédé employé pour extraire l'huile :

Les olives sont récoltées à la fin de l'automne et mises en tas où elles entrent en fermentation ; on les laisse en l'état jusqu'au retour du printemps, c'est-à-dire jusque vers le nouvel an perse, qui est fixé au 21 mars. On étend alors les olives sur le toit plat de la maison pour les sécher. Quand elles sont bien sèches, on les remet en tas où elles subissent une seconde fermentation. Lorsque celle-ci est terminée, les olives sont foulées par des hommes à peu près de la même manière que celle usitée pour le foulage des vendanges, et pressées. Après cette pression, on les fait bouillir, puis on les presse entre deux pierres plates sous lesquelles est établi un récipient destiné à recevoir l'huile.

Une maison russe a reçu, en 1890, le monopole pour l'achat des olives du nord de la Perse, à la condition qu'elle ne perdrait pas de temps pour l'exploiter d'une manière rémunératrice. Cette maison a fait étudier par un de ses représentants les différentes méthodes employées en Europe pour la fabrication et le raffinage de l'huile d'olive ; c'est le procédé appliqué par l'huilerie marseillaise qui a été adopté.

En Perse, les oliviers acquittent une contribution de 4 *shahis*, soit environ 15 centimes par arbre (1).

HUILE DE NOIX DE PARADIS (2)

(Huile de Sapucaya. — Huile de semences de la Marmite de Singe).

Le Quatelé Zabucajo (*Lecythis Zabucajo* Aubl.) (*Lecythis ollaria L.*,), est un grand arbre de la famille des Myrtacées, que l'on rencontre dans les forêts du Brésil et de la Guyane.

Les graines sont apportées de l'intérieur du pays vers les régions côtières, où elles atteignent des prix assez élevés. Elles sont importées en Europe sous le nom de noix de Paradis, pour les distinguer des noix de Bertholletia, plus connues sous le nom de noix de Para, noix du Brésil.

La noix de Paradis a la forme d'un petit pot de fer rouillé, recouvert de son couvercle, celui-ci se détache et tombe lorsque le fruit est mûr. Il est brun, lisse, allongé et porte des rainures. On le préfère souvent à la noix de Brésil. Dans certaines provinces l'arbre est connu sous le nom vulgaire d'arbre à *boulets de canon*.

Les amandes des noix de Paradis sont comestibles ; elles ont une saveur exquise, rappelant celle des noix de Bertholletia.

Soumises à l'action extractive de la ligroïne, elles fournissent 50 à 51 p. 100 d'une huile mobile, limpide et brillante, presque incolore ou très légèrement colorée en jaune, inodore, insipide, rancissant facilement.

Tandis que l'huile de Bertholletia commence à se prendre en

(1) Rapport du secrét. de la légat. angl. à Téhéran. *J. Soc. Arts.*, 1891, 278-279.

(2) Cf. G. de Negri. *Moniteur scientifique*, 1899, p. 57.

une masse blanche entre 4 et 5° C., et qu'à 0° C. elle est tout à fait solide, l'huile de noix de Paradis produit déjà à 12° C. des grumeaux blancs qui augmentent au fur et à mesure que la température s'abaisse ; à 8° C., elle se transforme en une masse solide.

Elle est soluble dans l'éther, le chloroforme et la benzine, insoluble dans l'alcool absolu froid et à peine soluble dans l'alcool bouillant ; elle est également insoluble dans l'acide acétique glacial, mais elle s'y dissout à chaud à volume égal.

Les constantes de cette huile sont les suivantes, comparées à celle de l'huile de noix de Brésil (Bertholletia) :

	Noix de Brésil	Noix du Paradis
Densité à 15° C.	0,918	0,895
Point de congélation de l'huile	0° C.	4° C.
Point de fusion des acides gras	28-30° C.	37°,6 C.
Point de congélation des acides gras	—	28°,5
Indice de saponification de l'huile	193,36	173,63
Indice d'iode de l'huile	106,22	71,64
Indice d'iode des acides gras	106.04	72,33
Acidité en acide oléique 0/0	1,433	3,19
Indice d'acétyle	—	44,08
Indice de réfraction (Zeiss-Wollny)	13°	61,3 à 61,5

HUILE DE NOIX DU BRESIL

(Huile de Castanheiro. — Huile de châtaignes du Brésil.)

Cette huile est extraite des noix de *Bertholletia excelsa*, arbre magnifique de la famille des Myrtacées-Lecythidacées, qui atteint 40 mètres de hauteur. Ses fruits, connus sous le nom de noix du Brésil, constituent un important article d'exportation pour l'Angleterre et les Etats-Unis. Elles sont grosses comme la tête d'un enfant, et entourées d'une coque ligneuse tellement dure, qu'on ne peut les ouvrir que par un fort coup de marteau de forgeron ; elles sont exportées principalement par Guiana et Para.

Elles contiennent, débarrassées de leur coquille, 60 à 67 p. 100 d'huile. Celle-ci est jaune pâle, inodore et insipide et rancit très facilement. Elle se compose de stéarine, de palmitine et d'oléine ; elle est très soluble dans l'alcool et facile à saponifier. Sa densité à 15° est 0,918 ; elle se concrète à — 1° et forme une masse blanche, presque ferme. Elle est comestible à l'état frais. En France, on l'emploie pour la fabrication du savon.

Un fruit analogue à la noix du Brésil, avec laquelle on le confond souvent, est celui du *Lecythis ollaria*, la noix de Paradis dont il est question ci-dessus.

HUILE DE PIGNONS D'INDE

(Appelée aussi huile de Curcas, huile de Medicinier, huile de purgère.)

Cette huile est extraite des graines de *Jatropha Curcas* (Euphorbiacées), arbuste originaire des Indes occidentales, qui atteint une hauteur de 3 à 4 mètres et est très répandu aux îles du Cap Vert, à Cuba, à la Nouvelle Grenade.

Les graines fournies par cet arbre contiennent 30 à 40 p. 100 d'huile, qu'on obtient par la pression à chaud ou à froid. Il existe à Lisbonne deux fabriques qui produisent de l'huile de curcas ; les graines broyées sont soumises à la pression à chaud dans des presses horizontales. L'huile ainsi obtenue est employée pour le graissage des machines, dans la savonnerie et la stéarinerie. Les tourteaux sont très recherchés comme engrais et payés un prix relativement élevé ; ils contiennent jusqu'à 4 p. 100 d'azote, 2 p. 100 d'acide phosphorique et environ 1 p. 100 de potasse. Le rendement en huile varie de 30 à 40 p. 100 suivant le procédé de fabrication employé.

Propriétés physiques et chimiques. — Cette huile est blanche et inodore ; elle pourrait remplacer dans la parfumerie l'huile de Ben, dont elle se rapproche d'ailleurs beaucoup. Elle

se fige en une masse butyreuse à — 8° C. Elle possède des propriétés curatives. Elle est soluble dans 100 parties d'alcool et en toutes proportions dans le chloroforme, l'éther et la benzine. Conservée à 10° C., elle dépose une matière solide, blanche, cristalline, qui a été identifiée par Maillot et qui est de la palmitine. D'après de Negri et Fabris, elle contient des acides ricinoléique, stéarique, palmitique et myristique.

Elle s'altère très peu à l'air ; placée dans un tube avec de l'oxygène, elle absorbe ce gaz très lentement et devient parfaitement blanche et limpide.

L'huile de pignon d'Inde ne se solidifie pas complètement sous l'influence de l'acide hypoazotique, elle conserve toujours une consistance pâteuse. Elle se saponifie difficilement avec la potasse ; la soude, au contraire, la transforme aisément en un savon blanc et dur.

L'ammoniaque agit sur elle comme sur la plupart des huiles en produisant un corps blanc solide.

L'acide azotique attaque l'huile de pignon d'Inde ; il donne lieu à un dégagement de vapeurs nitreuses et formation d'acide cyanhydrique ; l'huile fournit des acides gras volatils et en dernier lieu un acide blanc, soluble à chaud dans l'eau, fusible à 120° C. L'analyse de l'acide fait voir que c'est de l'acide subérique $C^{16}H^{14}O$.

Saponifiée par la potasse, cette huile donne un savon qui, décomposé par l'acide chlorhydrique, fournit des acides gras qui se prennent en masse à la température ordinaire , ces acides ne fondent qu'à 30° C. environ ; aussi peut-on, par des pressions bien réglées, en séparer un acide solide, très blanc, se déposant dans l'alcool en paillettes brillantes ; il fond à 55° C. et se solidifie à 53°,5 C. ; on en obtient 18 à 20 p. 100 de l'huile.

L'huile de curcas a été étudiée par O. Klein (1), qui en a dé-

(1) *Zeitschr. f. angew. Chem.*, 1898, p. 1012. *Moniteur scientifique*, 1899, p. 531.

terminé les propriétés chimiques et physiques en se servant d'échantillons préparés par lui-même, ainsi que de produits fournis par le commerce.

D'après cet auteur, elle possède une odeur particulière qui ne saurait être confondue avec celle d'aucune autre huile. La détermination des constantes a fourni les nombres suivants :

	Pressée à froid	Pressée à chaud	Pressée à froid	Extraite par l'éther	Huile du commerce pressée à chaud.
Densité...........	921,0	924,0	919,9	920,7	920,8
Indice de réfraction à 25°............	1,4686	1,4689	1,4687	1,4687	1,4681
Indice d'iode......	109,8	109,1	110,4	109,1	107,7
Indice de saponification...........	203,5	203,6	197,5	197,0	198,1
Acides libres......	4,96	4,65	0,83	0,57	0,68
Acides volatils.....	7,10	5,5	»	»	»

Les acides gras de l'huile de curcas ont été isolés, et leurs points de fusion ont été déterminés en tube capillaire. Les deux premiers échantillons ont fourni des acides dont le point de fusion variait de 29°,5 à 30°,5. Point de solidification des mêmes acides 25°,75 à 26°,5.

L'auteur a déterminé la solubilité de l'huile de curcas dans l'alcool et trouvé le nombre de 24,12 p. 100. Dans l'acide acétique glacial, cette huile est insoluble à froid, mais bien soluble à chaud.

La détermination de la viscosité dans l'appareil Engel a donné le nombre de 9,45 à 20° C. L'huile de curcas se place donc, à ce point de vue, entre l'huile de colza (9,03) et l'huile d'olive (10,3).

Suivant Hiepe, l'huile de curcas serait fréquemment employée en Portugal pour falsifier l'huile d'olive. Cette assertion repose évidemment sur une erreur ou sur la généralisation d'un fait isolé. L'auteur, qui a eu à examiner des centaines d'échantillons d'huiles portugaises suspectes, n'y a jamais découvert

l'huile de curcas. D'ailleurs, cette falsification est invraisemblable, d'abord par la seule raison que déjà 10 gouttes d'huile de curcas exercent sur l'organisme le même effet qu'une bonne cuillerée d'huile de ricin.

Pour déceler l'huile de curcas, Hiepe recommande de traiter l'huile suspecte par l'acide azotique et la tournure de cuivre ; en présence de l'huile de curcas, la masse prend alors une coloration rouge-brune.

L'auteur a trouvé que cette observation était exacte, mais il ne considère pas cette réaction comme concluante, vu que d'autres huiles donnent des colorations analogues. Les seuls indices sûrs de la presence de l'huile de curcas, sont : son odeur caractéristique, l'augmentation de la densité, de l'indice d'iode et de l'indice de réfraction.

La composition de l'huile de curcas n'a pas encore été bien établie jusqu'à présent. Pour élucider ce point, l'auteur s'est livré à des expériences étendues, d'où il résulte que cette huile se compose des glycérides des acides palmitique, stéarique, oléique et linolique. Il faut y ajouter peut-être de petites quantités de glycéride myristique. La présence de glycéride récinolique n'a pu être décelée, de même que celles des glycérides linolénique.

Cette huile a été également étudiée par L. Archbutt (1).

HUILE DE RAIFORT

Cette huile provient des graines du radis oléifère (*Raphanus sativus*) et de ses variétés (*R. sativus sinensis*, *R. sinensis oleiferus L.*). Cette plante est originaire de Chine ; on la cultive dans plusieurs pays de l'Europe centrale. Elle appartient à la famille des crucifères. Les graines de couleur rouge-brun clair contiennent jusqu'à 50 p. 100 d'huile. Longueur des

(1) *Journ. Soc. chem. Ind.*, 1898, p. 691.

graines 4,5 millimètres, épaisseur jusqu'à 3,5 millimètres. Poids des graines : 12,8-18,7-20,1 grammes ; pureté 98-99,5 p. 100 ; pouvoir germinatif 86-91-95 p. 100. Prix des 100 kilogrammes : 37,50 à 58 francs.

La culture de cette plante est très aléatoire par suite de sa grande sensibilité au froid humide au moment de la floraison, de la facilité avec laquelle elle verse et du peu d'uniformité dans la maturation de ses graines. Les exigences au point de vue du sol et de la fumure sont les mêmes que pour le pavot. Semis : 15 avril, à la volée 40-50 litres (25-31 kilogrammes) ; en lignes distantes de 30-40 centimètres 20-30 litres (12-19 kilogrammes) par hectare. La récolte se fait à la fin d'août. Rendement, dans les conditions favorables, 10-20 hectolitres (600 à 1.200 kilogrammes de graines à 60-64 kilogrammes et 1.500 à 2.000 kilogrammes de paille par hectare. L'égrenage présente des difficultés par suite de la dureté des cosses.

On extrait l'huile des graines par pression : on obtient alors 38-40 p. 100, tandis que par diffusion avec le sulfure de carbone on en obtient jusqu'à 46 p. 100. Les résidus constituent une excellente nourriture pour le bétail. L'huile est jaune-verdâtre ; épurée elle a une couleur jaune d'or. Elle est d'une saveur douce, agréable, et d'une odeur très faible ; elle est épaisse et a une densité qui varie de 0,917 à 0,919 à 15°. Elle commence à se solidifier à — 10° et est ferme à — 16° — 17°5. Elle se compose des glycérides des acides stéarique, érucique et oléique. On l'emploie comme huile comestible ; elle est impropre pour l'éclairage parce qu'elle charbonne et se consume trop vite. Le noir de la fumée de cette huile constitue, en Chine, une matière première pour la fabrication de l'encre de Chine.

HUILE DE RAVENELLE

On l'extrait des graines de la ravenelle (*Raphanus raphanistrum L.*) qui en contient 30 à 35 p. 100. Elle a une couleur

jaune brunâtre, une saveur d'abord douce, mais qui, au bout de quelque temps, devient âcre. Sa densité à 15° varie entre 0,9135 et 0,9175 : elle se solidifie à — 8° ; sa saponification exige 17 gr. 4 de potasse caustique pour 100 grammes d'huile. Celle-ci a les mêmes emplois que l'huile de navette ou de colza, avec laquelle on la mélange le plus souvent.

HUILE DE RICIN

L'huile de rincin (le *castor oil* des anglo-américains) est extraite du *Ricinus communis* (Euphorbiacées) qui est originaire des Indes. On distingue un grand nombre de variétés de ricinus.

Les pays producteurs les plus importants sont les Indes et l'Amérique du Sud, et c'est le *Ricinus communis* qui est ordinairement cultivé. Le *Ricinus sanguineus* est également cultivé dans les pays chauds à cause de l'élévation de son rendement et de la richesse en huile des graines. Plus le climat est chaud, plus le ricin est riche en huile. Comme plante annuelle, le ricin commun atteint 2 mètres de hauteur, tandis que le ricin sangnin attteint 5 mètres, aux Indes 10 à 15 mètres. Le ricin est une des plantes les plus productives que l'on connnaisse, et son importance ne fera que s'accroître lorsque les procédés perfectionnés d'extraction de l'huile se seront généralisés ; car, non seulement ils fournissent une augmentation de 10 p. 100 sur les procédés employés jusqu'a présent, mais une meilleure qualité d'huile. Dans un compte rendu publié, il y a déjà quelquelques années, par la société Nationale d'Acclimatation on a établi un parallèle qui est tout à l'avantage du ricin :

Récolte moyenne par hectare :		Ricin 1800 kg. de graines.
—	—	Palmier 900 kg. de fruits.
—	—	Olivier 600 kg. de fruits.

Les graines de ricin de bonne qualité contiennent 50 à 60 p. 100 d'huile. On distingue dans le commerce trois espèces de

graines : celle d'Amérique, celle des Indes et celle d'Italie. Celle des Indes est la plus petite et aussi la plus pauvre en huile (40 p. 100 et moins); mais c'est elle qui se trouve le plus abondamment sur le marché et qui se vend le moins cher.

Extraction de l'huile. — Aux Indes, l'huile de ricin est extraite de la manière suivante : Les graines sont broyées entre deux cylindres, puis soumises à la pression dans une presse à vis. L'huile obtenue est mélangée avec de l'eau et le mélange chauffé jusqu'à l'ébullition de cette dernière. Les impuretés de l'huile montent alors à la surface sous forme d'écume. L'huile est ensuite filtrée à travers une toile, blanchie au soleil et mise en tonneaux pour l'expédition.

En Europe, elle est également extraite par pression, plus rarement par diffusion. On a parfois employé des presses puissantes qui exprimaient l'huile par une seule pression, n'en laissant que 5 à 6 p. 100 dans les résidus.

Dans les huileries de Marseille on procède comme suit : Les graines sont décortiquées, broyées, puis pressées dans des presses hydrauliques analogues à celles employées pour les autres graines oléagineuses. Les rendements varient suivant le plus ou moins de soin apporté au travail de la graine décortiquée ; c'est là que le fabricant fait valoir son savoir-faire.

Ce que nous venons de dire se rapporte aux huiles de première et de seconde pression, destinées aux usages industriels (impression des cotonnades, graissage des machines, etc.). Pour la seconde pression, les tourteaux sont délayés avec un peu d'eau. L'huile est clarifiée par filtration à travers de la terre à foulon.

Huile de ricin pour la pharmacie. — Les pays du Nord ne peuvent lutter avec Marseille pour la fabrication de l'huile de ricin destinée aux usages pharmaceutiques. Le succès des fabricants marseillais est dû en grande partie au climat, à l'air, au soleil qui leur fournissent des moyens efficaces pour le blanchiment des huiles. Les fabricants marseillais prétendent aussi que l'eau qu'ils emploient pour humecter les tourteaux

avant la seconde pression exerce une heureuse influence sur les résultats.

Aucune opération chimique n'intervient dans la fabrication de cette huile à Marseille. Des récents perfectionnements dans la manipulation seule ont fourni une augmentation de rendement et rendu possible le mélange de graines de qualité inférieure avec celles de bonne qualité. Cette habileté de manipulation est en réalité le véritable secret du fabricant marseillais, car ses concurrents locaux ignorent eux-mêmes souvent sa manière de faire. Mais, il n'y a pas un fabricant un peu exercé qui n'arrive à résoudre le problème par lui-même et sans aucune indiscrétion.

Les fabricants de Marseille, en dehors des avantages climatériques, en possèdent d'autres pour la fabrication de l'huile de ricin industrielle ; ce sont : la main-d'œuvre à bon marché et le facile écoulement des tourteaux. Les ouvriers italiens qu'ils emploient travaillent onze heures par jour pour un salaire de 3 à 4 francs. Les ouvriers font alternativement un travail de jour et un travail de nuit.

Mais, le plus grand élément de succès est la demande des tourteaux comme engrais. Les graines de ricin fournissent 60 p. 100 de résidus. Marseille écoule ainsi tous les ans 15.000 à 18.000 tonnes de résidus dans un faible rayon, chez les maraîchers pour la culture des primeurs. Certains fabricants anglais expédient eux-mêmes leurs tourteaux à Marseille.

L'huile ainsi obtenue est mélangée avec un égal volume d'eau et le mélange est porté à l'ébullition ; cette opération a pour but de coaguler l'albumine et la matière mucilagineuse de l'huile. On expose celle-ci à l'air pour la blanchir ; mais cette exposition la fait rancir et la rend impropre aux usages pharmaceutiques. Il vaut mieux la conserver à l'abri de l'air et de la lumière, la filtrer ensuite et la décolorer par le noir animal.

L'huile de ricin est à peu près insoluble dans la benzine. Lors donc qu'on veut l'extraire par diffusion au moyen d'un

dissolvant, on emploie le sulfure de carbone ou de l'alcool d'une densité de 0,829. En dehors des trois qualités d'huile que l'on obtient par les trois pressions, on peut naturellement obtenir des qualités variables suivant la qualité des graines mises en œuvre.

Aux Etats-Unis, on emploie le procédé suivant : Les graines sont mises à sécher dans un four pendant une heure, puis on extrait l'huile et la purifie de la manière indiquée plus haut pour l'Europe.

L'huile la plus fine est obtenue par un procédé encore peu connu. Les graines sont d'abord décortiquées dans un moulin, car l'enveloppe contient une huile à odeur désagréable ; on les broie ensuite, on extrait l'huile par pression ou par diffusion et on l'épure par des acides.

100 kilog. de graines de ricin rendent 20 kilog. d'huile de première qualité, 10 kilog. d'huile de deuxième qualité et 8 kilog. d'huile de troisième qualité, 9 kilog. d'écorces, 43 kilog. de tourteaux, 6 kilog. de pertes de fabrication (filtration et cuisson), 9 kilog. de pertes par la poussière et autres impuretés mélangées aux graines ; ce qui correspond à un rendement total de 38 p. 100 en huile (1). Pour préparer les meilleures huiles médicinales, on emploie la graine de France ou d'Italie.

Propriétés chimiques. — L'huile de ricin contient le glycéride ricinoléique ($C^{17}H^{32}(OH)COOH = C^{18}H^{34}O^{3}$), ceux des acides stéarique et palmitique. D'après Lecanu et Bussy, elle contient les glycérides des acides ricino-stéarique (qui fond à 74°), ricinique (point de fusion 22°) et ricinoléique. Le fruit du ricin renferme, suivant Tuson et Wayne, un corps cristallisé appelé *ricinine*. Celle-ci ne paraît pas être un alcaloïde ; traitée avec une lessive de soude, elle dégage de l'ammoniaque (2). A la température de 265°, l'huile de ricin entre en ébullition et se

(1) Der Seifenfabrikant, 1886, 247.
(2) Chem. Zeitg. 1888, p. 85.

décompose ; en la distillant alors on trouve, entre autres produits, de l'acroléine, de l'œnanthol et de l'acide œnanthique (1). Pour saponifier 100 grammes d'huile de ricin, il faut 18,1 à 18,15 gr. de potasse caustique. Exposée à l'air, l'huile de ricin rancit rapidement ; elle devient épaisse, peut-être par suite d'oxydation, et se dessèche même quand elle est étendue en couches minces et forme ainsi une transition entre les huiles non siccatives et les huiles siccatives.

Suivant H. Meyer, les éléments actifs de l'huile de ricin sont les acides ricinoléique et ricinélaïdique. Quand on traite de l'huile de ricin pure avec de l'acide azotique, on obtient l'acide ricinélaïdique et la ricinélaïdine, qui par eux-mêmes sont inactifs ; mais, en solution ou sous forme d'émulsion, ils exercent une action purgative marquée.

En chauffant de l'acide ricinoléique et de la glycérine à 280-300° C, passant dans CO^2 et lavant ensuite à l'eau pour éliminer la glycérine en excès, on a obtenu le triglycéride de l'acide ricinoléique à l'état presque chimiquement pur, sous la forme d'une huile presque incolore, neutre, active, purgative, semblable à l'huile de ricin naturelle.

Cette huile était soluble dans l'alcool à 96 p. 100 et dans l'alcool méthylique, avait une densité de 0,959-0,984 et une déviation de $[\alpha]_D = + 5°16$. Traitée par l'acide nitreux, elle ne forme pas de ricinélaïdine solide comme l'huile de ricin naturelle. Si on la conserve pendant un an, la molécule du triglycéride d'acide ricinoléique devient double ou triple, la densité augmente (0,980-1,009) et l'indice d'iode diminue (de 71,84 à 45,57). L'auteur établit que l'huile obtenue par Juillard, con-

(1) Cette propriété de l'huile de ricin est utilisée dans les Charentes pour fabriquer de l'arôme de cognac. L'huile est chauffée dans une cornue, et les produits volatils qu'elle dégage constituent la matière première de l'essence de cognac. Le résidu resté dans la cornue constitue un déchet dont on n'a pas encore trouvé l'emploi. — L'auteur.

sidérée comme un mélange de tri et de diricinoléine, a dû être un diglycéride presque pur d'acide ricinoléique.

Propriétés physiques. — L'huile de ricin est incolore, faiblement jaunâtre ou jaune verdâtre. A 15° C, elle est 203 fois plus épaisse que l'eau, possède une saveur d'abord moelleuse, puis irritante ; ses propriétés purgatives sont bien connues. Elle est soluble dans l'éther et dans le sulfure de carbone, ainsi que dans l'acide acétique glacial ; par contre, elle est presque insoluble dans les huiles de pétrole : à 16°, il suffit de 1/2 p. 100 d'huile de ricin pour troubler la benzine. Elle est soluble dans un volume égal d'éther de pétrole, dans deux parties d'alcool à 90 p. 100 ou dans quatre parties à 84 p. 100 à la température de 15°. En outre, l'huile de ricin, combinée avec de l'acide sulfurique concentré, fournit un produit soluble dans une quantité d'eau 40 fois plus grande, avec laquelle elle donne un mélange presque clair, tandis que les autres huiles traitées de la même manière ne donnent que des mélanges laiteux.

La densité de l'huile de ricin est de 0,965 à la température de 15° C (Milliau) ; elle commence à se troubler à 0° C ; elle se concrète à — 12° et est solide à — 18°. C'est l'huile américaine qui a la densité la plus faible et se concrète entre — 10° et — 12°. Les acides gras fondent à 13° et se concrètent à 3°.

L'huile de ricin est rarement falsifiée, et, quand elle l'est, c'est par le mélange d'huile de sésame, d'huile de lin, de coton ou de navette.

Mais il est facile de déceler ces falsifications. Un mélange de 3 parties d'huile de ricin, 3 parties de sulfure de carbone et 2 parties d'acide sulfurique ne doit prendre aucune coloration brune. Une huile de ricin qui, d'après Hager, se trouble avec la benzine de pétrole et donne une solution claire avec 5 volumes d'alcool à 90° peut être considérée comme une huile pure. Les autres essais sont superflus. Cette méthode permet de reconnaître, dans l'huile de ricin, la présence d'huiles grasses étrangères, mais non celle de l'huile de résine qui se comporte dans plus d'une circonstance comme l'huile de ricin.

Les huiles de résine ont une densité de 0,960 à 0,990 et sont solubles dans l'alcool et l'acide acétique; leur mélange à l'huile de ricin jusqu'à une proportion de 20 p. 100 laisse à cette dernière tous les caractères de l'huile de ricin, même la consistance. Mais, en saponifiant l'huile avec une lessive de soude, agitant la solution aqueuse avec de l'éther et chassant ce dernier par distillation, on obtient un résidu huileux qui possède toutes les propriétés de l'huile de résine. En outre, l'huile de ricin pure, agitée avec son poids d'acide azotique, brunit légèrement, l'acide restant incolore; après quelques instants d'agitation, l'huile de résine paraît presque noire et l'acide brun-jaunâtre. L'huile de ricin falsifiée avec l'huile de résine et traitée de même manière par l'acide azotique présente les phénomènes de coloration de l'huile de résine, mais à un degré qui correspond à celui de la dilution (H. Gilbert).

On découvre la falsification avec l'huile de coton en dissolvant 5 parties de nitrate d'argent et 1 partie d'acide nitrique ($d = 0{,}838$) dans 100 parties d'alcool rectifié ($d = 0{,}830$). On met dans un tube à essai 6 gr. 4 de l'huile, on y ajoute 0 gr. 6 de la solution et on chauffe pendant 5 minutes vers 100° C. au bain-marie. L'huile de ricin pure conserve sa couleur jaune, tandis qu'en présence d'huile de coton la couleur de l'huile devient rouge-foncé.

Emplois. — L'huile de ricin la plus pure est employée en médecine comme purgatif. On a vu plus haut que le principe actif de l'huile de ricin est la ricinine. Suivant Renard, le résidu d'extraction des graines serait encore plus riche en ricinine que l'huile elle-même. On trouve dans le commerce, sous la désignation d'*huile soluble*, une dissolution de l'huile dans une lessive de soude, dont on se sert pour apprêter le tissu de coton (1). L'huile de ricin est employée en très grandes quan-

(1) D'après Benedikt et Ulzer, l'huile soluble de ricin (*soluble castor oil*) ne serait autre chose que l'huile de coton oxydée, c'est-à-dire épaissie par une injection d'air chauffé à 200° C. *Chem. Centrabl.* 1887, p. 117.

tités dans l'industrie du cuir et la fabrication des savons. Elle se saponifie facilement et fournit des savons blancs, translucides (entièrement transparents avec de la lessive exempte d'acide carbonique), peu mousseux et donnant avec l'eau une solution claire. Les juifs de Londres brûlent de l'huile de ricin (qu'ils appellent *kiki*) dans les lampes de la synagogue le jour du sabbat. On l'emploie encore dans la teinture, l'imprimerie, etc.

Les *résidus* de la fabrication de l'huile de ricin possèdent, à un degré beaucoup plus grand que l'huile elle-même, les propriétés cathartiques de cette dernière. Ils constituent un poison pour les animaux et on ne peut les employer que comme engrais ; ils conviennent très bien pour le maïs, le chanvre et autres graines oléagineuses. Les résidus de diffusion ont moins de valeur.

Production. — L'huilerie marseillaise a été considérablement influencée par la création d'huileries de ricin dans le Lancashire (Angleterre) et ailleurs, dans le nord de l'Europe. Les huileries de Hull et des environs de Liverpool travaillent d'une manière satisfaisante. On affirme qu'elles sont aussi bien outillées et possèdent des installations aussi bonnes, sinon meilleures, que celles de Marseille.

On a également créé des huileries aux Indes. Calcutta expédie des huiles de ricin de première qualité, obtenues par pression à froid ; elles sont employées aux usages pharmaceutiques.

On fabrique aussi de l'huile de ricin à Mannheim, mais sans succès apparent. L'huile obtenue est de bonne qualité ; cependant les affaires ne sont pas rémunératrices.

En Amérique des usines sont sur le point de s'ouvrir pour la fabrication d'huile de ricin destinée à la consommation américaine.

HUILE DE SAMBUC

Les baies mûres de *Sambucus racemosa* contiennent une certaine quantité d'huile qui, en certains endroits en Allemagne, est employée dans l'alimentation. On écrase d'abord les baies à la main, on met la pulpe sous presse pour en extraire le jus ; on les fait ensuite bouillir et on recueille l'huile qui monte à la surface. L'huile ainsi obtenue est de couleur jaune rougeâtre ; on peut la décolorer par filtration sur le noir animal. Elle se solidifie de + 3° à + 4° C. Si on l'abandonne à elle-même à une température de 15° C., elle précipite une matière cristalline, qui se compose probablement de tripalmitine. C'est une huile non siccative. Un échantillon préparé par J. Zellner (1) de la manière que nous venons de décrire possédait les caractéristiques suivantes :

Densité à 15° C.	0,9171
Index de réfraction à 20° C. avec la lumière de sodium	1,472
Indice d'acide	3,15
Indice de saponification	196,8
Indice d'acides gras	204.8
Poids moléculaire des acides gras	273,4
Point de fusion des acides gras	43° C.
Indice Reichert-Meissl	1,8
Indice de Hehner	95,0
Indice d'acétyle-acide	195,7
Indice d'acétyle	15,5
Poids moléculaire des acides acétylés	286
Point de fusion des acides acétylés	47°-49° C.
Indice d'iode (Hübl)	89,5
Indice d'iode des acides gras	93,0

Traitée par l'hydrate de sodium, l'huile fournit un savon blanc-jaunâtre. Avec l'acide nitrique (D = 1,33) elle donna

(1) *Monath. f. Chem.*, 1902, 937-941.

une coloration verte, puis devint incolore ; avec l'acide sulfurique elle se colora en vert, puis en brun.

Les acides gras liquides formaient 71 p. 100 des acides gras insolubles ; ils se composaient d'environ 2/3 d'acide oléique. Les acides gras solides fondaient à 65-70° ; on les a séparés en 14 fractions dont la première (point de fusion 70° C.) était en majeure partie de l'acide arachidique ; les fractions 6 à 10 fondaient à 59-63° et se composaient pricipalement d'acide palmitique.

HUILE DE SÉSAME

Origine. — L'huile de sésame est fournie par les graines de sésame (*Sesamum orientale* et *S. indicum*) (Labiées), plante originaire de l'Inde et qu'on trouve encore à l'état sauvage dans cette région. Elle est actuellement cultivée dans tous les pays chauds : aux Indes Orientales, au Siam, en Chine, en Cochinchine, au Japon, en Perse, en Syrie, en Mésopotamie, dans l'Asie Mineure, en Sénégambie, en Guinée, au Natal, à Zanzibar, au Mozambique, en Egypte, en Italie, en Turquie, en Macédoine, en Roumanie, en Grèce, dans la Russie Méridionale. Au point de vue économique, le sésame est, avec l'arachide, une des plus importantes que l'on connaisse : elle constitue sous ses différentes formes (farine, huile, tourteau) la nourriture journalière de plusieurs centaines de millions d'hommes.

C'est une plante herbacée, haute de plus de 1 mètre, qui porte des fruits capsulaires à graines nombreuses, petites et très riches en huile ; elles sont recouvertes d'une enveloppe mince et contiennent 47 à 56 p. 100 d'huile. Dans le commerce on distingue trois sortes principales de graines : celles des Indes, celles de l'Afrique et celles de l'Asie Mineure. C'est la graine des Indes qui est la plus répandue. D'après Carpenter, on distingue aux Indes deux espèces de sésame : le sésame à graines blanches (sutfed til) et le sésame à graines noires (kolatil). Suivant d'autres, on y cultive trois sortes : le sésame *velle-*

lou (plus rare), le sésame *parellou* (graine noire) et le sésame *kourellou* (couleur de châtaigne). C'est cette dernière qu'on trouve surtout dans le commerce. La graine des Indes, d'ailleurs, nous arrive dans un état d'altération tel qu'on ne peut plus en extraire l'huile comestible ; la graine d'Afrique, au contraire, en fournit de très bonne qualité. Sa teneur en huile varie suivant l'origine : elle est de 48 à 50 p. 100 pour les graines de la Côte occidentale d'Afrique ; de 35 p. 100 pour celles de la Perse ; la côte de Coromandel et celle de Malabar fournissent des graines moins riches que celles d'Afrique ; enfin, les graines de Calcutta et de l'Asie Mineure contiennent le moins d'huile.

Composition des graines (Schædler) :

		Graines brunes du Levant		Graines jaunes des Indes
Huile		55,63 0/0		50,84 0/0
Substances organiques		30,95 »		35,25 »
dont mat. protéiques	21,42		22,30	
et azote	3,39		3,56	
Cendre		7,52 »		6,85 »
Humidité		5,90 »		7,06 »
		100,00 »		100,00 »

Extraction de l'huile. — On obtient l'huile en broyant les graines et les pressant une fois à froid et deux fois à chaud. C'est la pression à froid qui fournit la meilleure huile, celle dont les sortes supérieures sont estimées à un prix plus élevé que l'huile d'olive vierge. L'huile de la troisième pression, et celle extraite par diffusion au moyen d'un dissolvant volatil ne servent que pour la fabrication du savon.

Voici la manière de procéder : Les graines, préalablement nettoyées, triées et broyées, sont d'abord soumises à la pression à froid ; on obtient alors l'huile surfine. On triture les tourteaux avec un peu d'eau et on les soumet à une nouvelle pression à froid. qui produit l'huile de froissage. Enfin, on trempe les tourteaux à l'eau chaude ou, de préférence, à la va-

peur d'eau, au chauffoir, et on les presse à chaud : on obtient ainsi l'huile de rebat.

Rendement. — 100 kg. de graines de Calcutta rendent 36-37 kg. d'huile à la pression à froid et 10 kg. à la pression à chaud ; 100 kg. de graines du Levant donnent 30 kg. d'huile surfine, 10 kg. d'huile de seconde pression et 10 kg. d'huile par la pression à chaud ; enfin, 100 kg. de graines de Bombay rendent 25 kg. d'huile surfine, 10-11 kg. à la seconde pression et 10-11 kg. à la pression à chaud.

Propriétés physiques et chimiques. — L'huile de sésame obtenue par la pression à froid est jaune-clair, d'une saveur douce, inodore et inaltérable à l'air, tandis que l'huile extraite par la pression à chaud possède une coloration plus foncée et une saveur forte. Soigneusement préparée, l'huile de sésame se conserve pendant des années sans rancir. L'huile fraîchement fabriquée a toujours une saveur un peu forte, qu'elle perd avec le temps. Sa densité à 15° est de 0,9223 — 0,9225.

Son indice de réfraction est de 1,4902 à 10° d'après Leone et Longi, et de 1,4854 à 23°. Les acides gras ont une densité de 0,8672 et fondent entre 36 et 40° ; ils se concrètent à 34-42°, puis fondent à 26° suivant Benedikt. La saponification de 100 gr. d'acide gras exige 19,93 grammes de potasse caustique.

L'huile de sésame se compose en majeure partie d'oléine (jusqu'à 76 p. 100) ; elle renferme, en outre, le glycéride des acides stéarique, palmitique et myristique, et une faible proportion d'un corps résineux. L'action de l'acide nitreux amène l'huile lentement à un état pâteux. Sa teneur totale en acides gras est de 96,36 p. 100 d'après Léone et Longi. Pour saponifier 100 grammes de cette huile, il faut 19-19,46 grammes de potasse.

A 4° C., l'huile de sésame paraît encore parfaitement fluide ; elle ne se congèle qu'à — 5° C. et se prend en une masse d'un blanc-jaunâtre translucide, de la consistance de l'huile de palme, à laquelle elle ressemble beaucoup, mais elle exempte de tout dépôt granuleux.

Chauffée à 100° C., elle commence à bouillir sensiblement ; mais la formation de petites bulles ne dure que peu de temps. A 150° C. elle commence à changer de couleur et devient de plus en plus pâle jusqu'à 215° C. A cette température elle dégage des vapeurs blanches. Cependant, en se refroidissant, elle reprend peu à peu sa couleur naturelle, mais sans en recouvrer toute l'intensité. A 335° elle dégage des bulles de vapeur très odorantes ; si l'on continue à chauffer, le thermomètre continue encore à monter jusqu'à 398° C., puis il commence à redescendre.

A partir de 300°, l'huile se colore de plus en plus et enfin devient d'un brun-foncé. Refroidie, elle laisse, comme la glycérine, voir sous l'incidence oblique de la lumière un reflet très apparent de vert-serin.

L'huile de sésame, agitée avec de l'éther sulfurique, donne une émulsion blanche. Après un court repos, les deux liquides se séparent, mais l'huile se trouve presque entièrement décolorée.

Traitée par l'acide sulfurique concentré, l'huile de sésame, au bout de quelques instants, se colore en brun rougeâtre foncé et prend un aspect gélatineux. Si on la chauffe avec l'acide, la coloration augmente ; il s'en sépare beaucoup d'écume et il s'en dégage de l'acide sulfureux. Lorsqu'on mélange ce liquide avec de l'eau après l'avoir soumis à la chaleur, on voit se former un dépôt caséeux, en partie blanc et en partie pourpre.

L'acide chlorhydrique concentré ne produit aucune altération, même lorsque l'on porte le mélange jusqu'à l'ébullition ; l'huile conserve sa couleur jaune d'or, et sa fluidité ne paraît pas changée.

L'acide azotique donne à l'huile de sésame une couleur d'un jaune-orange. La chaleur ne change rien à l'effet produit, si ce n'est qu'il s'en sépare de l'écume et qu'il se forme une masse épaisse et écumeuse.

Si l'on agite l'huile dans une éprouvette avec une solution

d'acétate de plomb, on observe, même après avoir répété trois fois l'expérience, une émulsion épaisse et blanche.

Falsifications. — L'huile de sésame n'est guère falsifiée qu'avec de l'huile d'arachide ; mais elle sert elle-même à falsifier l'huile d'olives et l'huile d'œillette. Hans Kreis (1) y a trouvé un phénol qu'il appelle *Sésamol.* On ignore encore si ce corps accompagne l'huile dans les graines et s'il constitue un élément normal de celle-ci, ou si sa présence est due à des impuretés qui y auraient été introduites en cours de fabrication.

La présence des huiles étrangères peut se découvrir de la manière suivante : On verse dans une éprouvette graduée 10cm. d'huile de sésame chauffée à 15 ou 20° C. On y fait tomber avec précaution 4 gouttes d'acide sulfurique, on agite vivement pendant quelques minutes, puis on ajoute 4 gouttes d'acide azotique et l'on agite de nouveau. Si l'huile de sésame est pure, elle prend une teinte vert foncé qui passe rapidement au rouge groseille ; si elle est falsifiée cette coloration ne se produit pas.

Emplois. — Grâce à son abondance et à sa grande richesse en huile, le sésame constitue une des matières premières les plus importantes de l'huilerie. La France, l'Angleterre et l'Allemagne se livrent surtout à la fabrication de cette huile. Marseille importe annuellement plus de 100.000 tonnes de sésame dont elle exporte l'huile à des prix variant de 65 à 80 francs les 100 kg. Les expéditions se font en tonneaux d'une contenance de 600 à 800 kg. Les sortes les plus fines sont mélangées avec les huiles d'olives ; les sortes de deuxième et de troisième qualité sont employées soit pour l'éclairage, soit dans la savonnerie. Cependant, les savons fabriqués avec l'huile de sésame restent toujours un peu mous et pour cette raison, cette huile doit être mise en œuvre avec d'autres graisses. Elle est également excellente pour le graissage des machines. Dans la parfumerie on l'emploie pour la fabrication des huiles an-

(1) Chem. *Ztg* 1903, 1030-1031.

tiques, car elle est particulièrement propre à s'assimiler les parfums. On l'emploie également dans le midi de la France pour extraire le parfum des fleurs par l'enfleurage.

Tourteaux. — Les tourteaux de sésame ont une grande valeur comme aliment pour le bétail ou comme engrais; ils contiennent:

Eau	8,06	0/0
Huile grasse	11,34	»
Mat. albuminoïdes (dont 5,90 d'azote)	36,87	»
Gomme, sucre et fibres digestibles	25,05	»
Fibres non digestibles	8,14	»
Cendres	10,54	»
	100,00	»

Les cendres des tourteaux contiennent:

Potasse	20,82	0/0
Soude	5,63	»
Magnésie	11,47	»
Chaux	15,13	»
Oxyde de fer	2,00	»
Chlore	1,74	»
Acide sulfurique	3,20	»
— silicique	6,82	»
— phosphorique	30,19	»
	100,00	»

HUILE DE SOUCHET

Elle provient d'une graminée des marais (*Cyperus esculentus*), qui végète à l'état sauvage en Syrie, en Palestine, dans l'Afrique septentrionale, en Italie, en France; elle est cultivée en Allemagne, où on l'appelle souchet comestible, souchet doux. Elle possède des bulbes oléifères qui se développent sur les racines filiformes de la plante: celles-ci possèdent une saveur douce, analogue à celle de la noix, et on en consomme en certains endroits. Les bulbes de racines ne

renferment pas ordinairement de l'huile ; ceux du souchet font exception à la règle, et cette exception vaut la peine d'être signalée.

Pour extraire l'huile des bulbes ou amandes, on les lave, les sèche et les moud, puis on les presse à chaud. Ils contiennent environ 20 p. 100 d'huile; on peut en extraire environ 16 p. 100. L'huile a une belle couleur jaune d'or, une odeur et une saveur agréables. Sa densité à 15° varie entre 0,918 et 0,924. A 3° elle dépose de la stéarine. En Egypte et en Italie on la considère comme la meilleure parmi les huiles comestibles. Elle peut être employée aussi dans la fabrication du savon. Les résidus de la pression constituent un excellent aliment pour le bétail.

HUILE DE THÉ

L'huile de thé provient des arbustes à thé. On distingue principalement trois arbustes à thé, savoir: *Thea chinensis* L. dont la graine fournit l'huile de thé de Chine; *Camellia japonica*, l'arbre à thé japonais, qui fournit l'huile de thé du Japon ; et *Camellia oleifera*, l'arbre à thé oléifère.

L'huile de thé qui provient de *Thea chinensis* (appelé aussi improprement *Camellia theifera*), est fluide comme l'huile d'olive, de couleur jaune pâle et sans odeur. Les graines de thé contiennent 30 à 35 p. 100 de cette huile, qui se compose principalement de 75 p. 100 d'oléine et de 25 p. 100 de stéarine. Elle est insoluble dans l'alcool, et très peu soluble dans l'éther. Sa densité est de 0,927 à 15°. Elle se trouble à 4° et se concrète à — 5°. A — 13°, on n'y remarque, suivant Davies et Holmes, qu'un faible précipité riche en oléine.

En Chine, l'huile de thé est employée aussi bien pour la consommation de bouche que pour l'éclairage et la fabrication du savon dur. Elle a fait son apparition sur le marché de Londres en 1885. On a également offert sur ce marché les graines de thé sous le nom de *tanne*, mais elles n'ont pas trouvé d'ache-

teurs, et les prix demandés ont baissé, au point de devenir inférieurs aux frais d'importation.

L'huile de *Camellia japonica* est assez semblable à l'huile d'olive ; elle est employée au Japon comme lubrifiant fin par les horlogers.

L'huile de *Camellia oleifera* constitue en Chine un article de commerce très important. Les graines sont broyées, mises en ébullition dans l'eau, puis pressurées. L'huile obtenue est liquide, claire, et d'une saveur agréable. Les graines de *Camellia oleifera* renferment, d'après Mac Callum, 44 p. 100 d'une huile épaisse jaune, impropre à la consommation ; on l'emploie pour l'éclairage et pour la parfumerie. On la fabrique par expression ou par diffusion au moyen de l'éther. Les graines contiennent, en outre, 10 p. 100 d'un glucoside qui paraît être de la saponine ($C^{32}H^{54}O^{18}$, dont la solution produit une émulsion analogue à celle de l'eau de savon. Les résidus de la pression servent en Chine de poudre à laver (appelée *Cha-Tsai-Fan*) ; on en trouve également dans le commerce sous forme de petits tourteaux minces et ronds dont on se sert pour les lotions du cuir chevelu (Bornemann).

L'expert scientifique de l'*Indïan tea Association* a publié récemment (1) un rapport sur les huiles et les tourteaux de graine de thé. Les essais confirment les renseignements que nous venons de donner sur cette huile. Il en résulte qu'on ne peut l'employer avec confiance comme huile comestible, par suite de la présence de la saponine qui entre dans la composition de la graine. Pour la même raison, les tourteaux d'huile de thé constituent une nourriture absolument dangereuse pour le bétail.

Comme engrais ils ne viennent que bien après les autres tourteaux d'huiles de graines du commerce.

On pourrait les employer utilement comme insecticides.

(1) *Mercure scientifique*, octobre 1902.

HUILE DE TILLEUL

Cette huile est extraite des graines de tilleul qui en contiennent jusqu'à 38 p. 100. Sous le rapport de l'odeur et de la saveur, elle ressemble à l'huile d'olives ; elle ne possède aucun arrière goût aigre ou aromatique, et ne rancit pas. Le froid ne la modifie pas : traitée par un mélange de sel et de neige dont la température atteint — 21°, elle ne se solidifie pas. Cette huile était déjà connue au siècle dernier, mais depuis on ne s'en est guère occupé.

II. — Huiles concrètes.

HUILE DE COCO

Cette huile est extraite du fruit du cocotier (*Cocos nucifera* L.)

Il existe 14 variétés de cocotiers, mais celle qui nous occupe est la seule qu'on ait jugé utile de multiplier et de répandre par la culture. Ce cocotier, un des plus beaux arbres de la flore des pays chauds, atteint 25 à 30 mètres de haut ; il est surtout répandu dans les régions inter-tropicales, au voisinage des mers, dans les terrains bas et marécageux, quoiqu'il réussisse aussi bien jusqu'à une certaine altitude. On le trouve dans les îles de l'Océan Indien et du Pacifique : Ceylan, les Seychelles, les Philippines, les îles Sous le Vent, Tahiti ; on le rencontre également sur la côte Orientale de l'Afrique et sur les côtes de l'Amérique Centrale.

Production.— L'île de Ceylan constitue le pays le plus important au point de vue de la culture du cocotier. D'après une communication faite au parlement anglais par le secrétaire colonial, la culture de cet arbre couvre 200.000 acres, et le nombre des arbres dépasse le chiffre de 20 millions. Un fait caractéristique fait res-

sortir l'importance du palmier-cocotier pour Ceylan ; la fortune des indigènes est souvent évaluée en cocotiers, et Sir Emerson Tennent nous parle d'un procès qui roulait sur la 2.520e partie de 10 cocotiers. Un cocotier porte en moyenne 50 noix, ce qui pour 20 millions de cocotiers, fait annuellement 1 milliard de noix de coco.

Dans la présidence de Madras, les plantations de cocotiers couvrent également une superficie de 218.000 acres. La Cochinchine française possède 33.000 hectares de cocotiers et d'arecas. Cette colonie exporte annuellement environ 4.000 tonnes d'huile de coco, et la production tend à augmenter, car depuis quelques années les indigènes se livrent activement à la culture du cocotier.

La presqu'île de Malabar exporte tous les ans pour près de 15 millions d'huile et de fibres ; mais il est probable que ce chiffre englobe aussi la production des îles avoisinantes.

La production des îles Malaises en coprah, fibres et huiles de coco dépasse annuellement le chiffre de 50 millions ; Java et Madura possèdent plus de 20 millions de cocotiers.

On trouve aux Seychelles quelques plantations très importantes; mais elles sont encore plus nombreuses à l'île Maurice qui exporte près de 500 quintaux de fibres et près de 300.000 litres d'huile.

Dans les Straits Settlements, le cocotier est cultivé partout, mais seulement par petits groupes. Il n'en est pas de même sur la côte septentrionale du Brésil : là les plantations de cocotiers forment des domaines de plusieurs lieues carrées. Para, qui semble être le centre des exportations de cette région, exporte annuellement près de 10 millions de noix. La petite île d'Homarca, longue seulement de 3 kilomètres, produit 400.000 noix, bien que les cocotiers n'occupent qu'une petite bande de terre le long de l'Océan. La production du Brésil pourrait acquérir rapidement une grande importance si les planteurs voulaient apporter un peu plus de soins à la récolte des noix et à la préparation du coprah ; jusqu'à présent on n'a fait aucun effort dans ce sens.

La région de Carthagène, dans la Nouvelle Grenade, se prêterait merveilleusement à la culture du cocotier ; les palmiers y réussissent admirablement et les fruits qu'ils produisent sont d'un goût exquis et très riches en huile. On ne semble pas avoir profité de ce don de la nature : on a fait des plantations, dont quelques-unes importantes de 50 à 80.000 arbres, mais la culture est tellement négligée que sur trois arbres c'est à peine si l'on en trouve un qui fructifie.

La Jamaïque ne possède que 25.000 cocotiers. La Trinidad exporte

5 millions de noix (50 à 70 francs le mille, à la Jamaïque 85 à 90 francs ; dans l'Amérique centrale 100 à 125 francs).

Les îles du Pacifique constituent également des centres de production très importants : les noix de coco constituent de beaucoup le produit le plus lucratif pour les Européens. Cela est tellement vrai que si ce produit disparaissait, il entraînerait l'effondrement de la plupart des factoreries françaises, anglaises. allemandes et américaines établies dans ces parages. Il est vrai d'ajouter qu'aucune autre plante ne trouve dans ces îles des conditions de végétation aussi favorables que le cocotier, ce qui explique la préférence que lui consacrent les colons européens qui viennent chercher fortune dans ces îles. On trouve parmi celles-ci beaucoup qui, quoique inhabitées, sont couvertes de palmiers-cocotiers. Or, ceux-ci n'ont pu s'y implanter que par les graines amenées par la mer.

En effet, dans un grand nombre d'îles asiatiques, les cocotiers sont situés si près de la mer que leurs fruits tombent dans l'eau : celle-ci les emporte parfois à des milliers de kilomètres sans qu'elles perdent rien de leur pouvoir germinatif : dès qu'elles trouvent de la terre ou même un simple récif de corail émergeant de l'eau, elles s'y fixent, prennent racine et donnent naissance à ces arbres merveilleux qui constituent en quelque sorte, la providénce de nombreuses régions dépourvues de toute autre végétation. Sa diffusion à travers toutes les régions tropicales, tant à l'est qu'à l'ouest, qui constitue une curieuse exception au régime de toutes les plantes, ne peut avoir d'autre origine que celle que nous venons d'expliquer.

Mais, du fait que des noix de coco amenées par le hasard des flots puissent germer et donner naissance à des arbres fertiles, il ne faudrait pas conclure qu'il suffit de planter des noix et de les abandonner à elles-mêmes pour obtenir des résultats, car l'expérience prouve que, en règle générale, les arbres cultivés donnent seuls une récolte régulière et assez abondante pour rémunérer les efforts du planteur.

En Nouvelle-Calédonie, le cocotier réussit également bien, mais seulement dans la partie septentrionale de l'île, car à mesure qu'on pénètre au sud, l'arbre devient plus rare et plus rabougri.

L'Ile de Tahiti compte environ 200.000 cocotiers, qui fournissent 10 à 13 millions de noix tous les ans; la majeure partie des fruits alimentent la consommation locale; cette île exporte environ 2.000 tonnes de coprah. Les îles Marquises en rapportent 20.000 kilogrammes.

La production des autres îles échappe à toute évaluation. Samoa.

Tonga, les îles Fidji fournissent environ 12.000 tonnes de coprah. La production des îles Sandwich est excellente, mais ce pays est trop exploité par les planteurs de canne à sucre.

Dans les colonies allemandes de la Côte orientale d'Afrique, où le cocotier est très répandu, on s'occupe depuis 8 ans de la culture de de cet arbre. Au Cameroun et au Togo on a planté près de 300.000 cocotiers qui sont de très belle venue, on en a planté également dans l'Archipel de Bismarck, dans la Nouvelle Guinée, aux îles Marschall. Dans ces colonies on combine la culture du cocotier avec celle du coton ; au bout de 7 ans, celui-ci est arraché et le cocotier commence à rapporter. On compte 100 arbres à l'hectare.

Rendement d'un cocotier. — Un cocotier produit en moyenne 60 noix par an. Or, 1000 noix fournissent 250 kg. de coprah ou 94 litres d'huile. Le coprah vaut en moyenne 0 fr. 25 le kilog. La fibre est comptée 20 à 25 fr. par 1000 noix.

Un arbre conserve sa pleine fertilité jusqu'à 60 ans ; à ce moment elle commence à diminuer pour disparaître à 80 ans, au maximum à 100 ans.

La noix de coco. — La noix de coco, de la grosseur de la tête d'un enfant, est constituée du dehors en dedans par une enveloppe très fibreuse (en anglais *coir*) qu'on utilise pour la fabrication de cordes, d'une portion très dure et comme ossifiée et enfin par une amande ; celle-ci ne se forme qu'à l'époque de la maturation, par la solidification d'un liquide légèrement acide et très rafraîchissant, désigné sous le nom de lait de coco. Dans les pays de production l'amande extraite de ses enveloppes est séchée au soleil, sur le sable ou au feu ; elle est expédiée en Europe sous le nom de coprah ou travaillée par les indigènes.

Quelle que soit l'importance acquise par l'industrie de la fibre (coir), elle a été largement dépassée par celle de l'huile ou beurre de coco et du coprah. A ne considérer que l'intérêt du planteur, le coprah joue un rôle plus important que l'huile, parce que les exportations de celle-ci, pour l'Europe et pour l'Amérique, semblent plutôt diminuer qu'augmenter, et cela pour deux raisons : d'abord parce qu'elle rancit avec une extrême facilité, ce qui ne lui permet pas de supporter de longs voyages, surtout dans la zone torride. C'est surtout pour ce motif que l'huile de coco n'a pris de l'importance aux Etats-Unis qu'à partir du jour où l'on a eu l'idée de l'importer sous forme de coprah. La deuxième raison, c'est que les résidus laissés par le coprah constituent un excellent aliment pour

le bétail ; leur utilisation dans ce sens suffirait à elle seule à couvrir largement les frais de transport (1).

FABRICATION DE L'HUILE DE COCO

L'huile de coco est employée dans l'alimentation par les naturels qui la fabriquent ; mais cette huile est plutôt répugnante pour les Européens à cause de la saveur désagréable que lui communiquent les acides libres qu'elle contient. Ils l'utilisent tout au plus comme remède, car elle passe pour être un excellent vermifuge et constituer un antidote contre la morsure des serpents. Les noirs s'en enduisent le corps, la brûlent dans leurs lampes, et la mélangent avec la couleur dans ses différents emplois. Les Européens l'emploient à peu près exclusivement pour la fabrication des savons.

La fabrication de l'huile de coco dans les pays de production varie considérablement. Dans les îles du Pacifique les sauvages mettent les noix en tas exposé au soleil et attendent que l'huile s'en écoule d'elle-même. Ils la recueillent dans une gouttière qui aboutit à un vase enfoncé dans le sol. Parfois ils entassent le coprah dans le creux d'un vieux tronc d'arbre et le chargent de pierres ; l'huile s'en écoule par un trou creusé dans le tronc au ras du sol.

A Ceylan, les amandes sont broyées dans des moulins en bois, très primitifs, actionnés par des bœufs. Le rendement d'une journée ne dépasse pas 65 kilogrammes de fruits qui fournissent 40 litres d'huile. Un procédé plus soigné, mais peu employé, consiste à jeter les amandes dans l'eau bouillante, de les en retirer au bout de quelques minutes et de les piler finement dans un mortier. On fait ensuite bouillir la pâte dans l'eau : l'huile monte à la surface et on la recueille. Mais, l'huile ainsi

(1) J. Fritsch. *Les plantes oléagineuses des pays chauds* (ouvrage en préparation).

obtenue n'est employée que dans la parfumerie, car elle revient trop cher pour des destinations moins lucratives.

Les Européens qui se livrent à la fabrication de l'huile emploient généralement les moulins dont on se sert en Europe avec, cependant, quelques modifications indispensables. L'installation exige une machine à découper les coprah en petites tranches, un moulin pour réduire celles-ci en bouillie, un chauffoir à vapeur pour chauffer la matière à une température de 50 à 80°C, une presse hydraulique pour l'extraction de l'huile et quelques bacs en tôle pouvant recevoir la production de plusieurs journées. Lorsqu'on ne dispose pas d'une force hydraulique, il faut installer une machine à vapeur de 10 à 15 chevaux.

C'est au planteur à se rendre compte s'il a intérêt à fabriquer l'huile sur place ou à laisser ce soin aux Européens et aux Américains auxquels il peut vendre le coprah qui n'exige que peu de travail pour être marchand.

Les derniers progrès réalisés dans la préparation du coprah consistent à le couper en rondelles au moyen d'une machine analogue à celle dont on se sert pour couper les légumes, et ensuite à le torréfier dans un appareil de tout point semblable à celui dont on se sert pour torréfier le café. Les résultats obtenus sont excellents.

Comme la préparation du coprah ne peut pas toujours être ajournée à la saison la plus sèche de l'année, on a un grand avantage à s'affranchir des conditions atmosphériques. Il est à remarquer qu'en employant la chaleur artificielle, les planteurs européens n'ont fait qu'imiter l'exemple des asiatiques moins civilisés qu'eux. Les naturels de la côte de Malabar avaient remarqué depuis longtemps qu'ils ne pouvaient pas toujours se fier à la chaleur solaire pour préparer le coprah. Ils construisent donc des foyers ouverts sur lesquels ils posent des claies de bambou sur lesquelles ils placent le coprah découpé. Ils entretiennent un feu très vif pendant deux jours, ensuite ils exposent les claies au soleil jusqu'à ce que le coprah soit parfaitement

sec. Au bout de deux jours d'exposition au feu, le coprah n'est plus exposé à se détériorer au cas où la dessiccation ne pourrait être achevée au soleil.

Les planteurs qui n'ont pas encore installé les deux machines dont nous avons parlé, font découper le coprah avec un couteau à la main, et font sécher les petites tranches sur le feu à l'instar des indigènes de Malabar. On installe le foyer près d'un hangar afin de pouvoir mettre les claies rapidement à l'abri dans le cas de pluie.

Le coprah desséché au soleil contient environ 50 p. 100 d'huile; celui desséché dans des appareils à torréfier en contient 60 p. 100 ; celui desséché à une température de 100° en contient 66 p. 100. On voit par là que la diminution de poids obtenue à l'aide des appareils à torréfier est importante.

L'expérience démontre l'importance qu'il y a à n'employer pour la préparation du coprah que des noix récoltées à parfaite maturité, qu'on a conservées pendant un mois en un endroit sec et chaud avant de les ouvrir. Le coprah est ainsi plus riche en huile, se dessèche plus vite et est moins exposé à moisir.

Le coprah est emballé dans des sacs de différentes grandeurs.

Propriétés de l'huile. — L'huile de coco ou de coprah a une coloration qui varie du blanc au jaune rougeâtre, suivant la fraîcheur des fruits et les procédés de travail employés. Si dans les pays de production cette huile est liquide, il serait plus exact en Europe de l'appeler beurre de coco, car elle se concrète à 18°C en une masse blanche analogue au saindoux purifié. Cette particularité indique que son extraction ne peut se faire qu'à chaud : on blute les amandes pour en retirer les matières étrangères qui s'y trouvent mêlées, on les concasse dans un laminoir, on les broie sous la meule pour les réduire en pâte, on chauffe celle-ci à 60-80°C, puis on la soumet à la pression pour en extraire l'huile.

On trouve dans le commerce plusieurs sortes d'huile de coco.

suivant leur provenance, mais qui diffèrent peu dans leurs propriétés.

A l'état frais, l'huile de coco a une belle couleur blanche ou jaune rougeâtre, une odeur et une saveur particulières, agréables ; elle rancit rapidement et contracte alors une saveur âcre et une odeur désagréable.

L'huile fraîche se concrète à 18-22° C, avons-nous dit ; celle originaire de Ceylan ou de Cochinchine fond à 24-24°5 C, se concrète ensuite lentement à 20-20°5 en remontant à 22-23° C. L'huile obtenue par pression à froid, qui sert à l'alimentation dans les pays d'origine, est rarement mise dans le commerce ; elle est blanc verdâtre, commence déjà à fondre au-dessous de 20° C et ne se solidifie ensuite qu'à 12-13° C en remontant à 15°5. L'huile de coco du Brésil ne fond ordinairement qu'à 26-27° C.

Chauffée lentement à une température de 150-170° C, l'huile de coco dégage une odeur âcre analogue à celle de l'acide lactique, elle se congèle ensuite difficilement après refroidissement et prend une teinte aqueuse ; si on la réchauffe ensuite pendant quelque temps à 240° C, elle contracte la propriété de rester liquide pendant plusieurs jours après refroidissement ; enfin, si on la chauffe à 280-300° C, elle se décompose en dégageant des vapeurs d'acroléine.

Sous le rapport de la solubilité dans l'alcool, elle occupe une place intermédiaire entre l'huile de palme et celle de palmiste d'une part, et entre le beurre de Cée (Sheabutter) d'autre part, c'est-à-dire qu'elle est plus soluble dans l'alcool que l'huile de palme, mais moins que le beurre de Cée ; d'un autre côté, elle est très soluble dans l'éther, les huiles essentielles et les huiles grasses.

Comparée aux huiles grasses et au suif, elle se comporte d'une manière toute spéciale dans la saponification : les lessives diluées ne la saponifient même pas, car elle surnage la lessive bouillante sans être attaquée ; les lessives concentrées peuvent la saponifier à chaud, mais la saponification s'opère

alors subitement et le savon formé est tellement dur qu'il est presque impossible de le couper.

Par contre l'huile de coco se saponifie facilement à froid et à la température moyenne (saponification à froid) ; mais, contrairement à ce qui a lieu pour les autres savons, la savon obtenu ne peut être salé, car il est soluble dans l'eau salée et en se refroidissant il se congèle avec elle (1). Le savon obtenu à froid peut absorber une grande quantité d'eau ; néanmoins il durcit et s'émulsionne facilement avec l'eau et produit une mousse abondante. Eu égard à ces propriétés, on emploie l'huile de coco pour la fabrication des savons cosmétiques et des savons blancs à bon marché, d'autant plus qu'elle communique même aux mélanges de suif, de graisse d'os, etc., sa propriété de se saponifier à froid.

L'huile de coco contient les glycérides des acides gras volatils : capronique, caprinique et caprylique ; des acides gras non volatils : laurique, myristique et palmitique ; l'acide stéarique y fait défaut ou n'y figure qu'en très faible proportion.

Le fait que l'huile de coprah se concrète à 10° permet de se rendre compte si elle est pure ou falsifiée ; les chiffres suivants peuvent servir de base à cet essai :

Température	Densité de l'huile	Poids de l'hectolitre en kilog.
25	0,9188	91,880
30	0,9150	91,500
35	0,9116	91,116

L'extraction de l'huile se fait également par diffusion au moyen des dissolvants, notamment du sulfure de carbone.

Les tourteaux résultant de la pression sont employés pour l'alimentation du bétail et ont la composition suivante :

Eau	9,39 0/0
Huile	15,65 »
Matières azotées	20,24 »

(1) Les marins ont une préférence marquée pour le savon de coco, car c'est le seul qui produit de la mousse avec l'eau de mer.

Matières extractives non azotées...	35,27	»
Cellulose..........................	14,21	»
Cendre............................	5,24	«
Acide phosphorique	5,12	«

Epuration du beurre de coco. — Depuis de longues années, on avait cherché à rendre conservables et comestibles les huiles de coco. Malheureusement, ces produits qui peuvent servir à l'alimentation dans les pays d'origine sont chargés d'acides et d'alcaloïdes qui les font rancir rapidement.

Pendant longtemps on dut se contenter, en Europe, d'employer l'huile de coco pour la savonnerie ; mais, vers la fin de la première moitié du siècle qui vient de finir, on tenta d'appliquer aux huiles importées à Marseille le traitement par la chaux ou les carbonates alcalins dans le but de les rendre douces et inodores.

Les premiers essais restèrent presque infructueux, car on se trouvait en présence d'acides gras, solubles ou insolubles, et d'alcaloïdes qui contribuaient à donner à l'huile le goût nauséabond qu'il s'agissait de faire disparaître.

Procédés actuels. — Depuis quinze ans, les recherches furent continuées parallèlement par plusieurs chimistes : en France, par MM. Bang et Ruffin ; en Alsace, par la Société des fabriques de produits chimiques de Thann et de Mulhouse.

Les procédés de M. Miguet sont très peu connus ; il semble néanmoins, d'après ce que nous avons pu apprendre, que ce chimiste opère par distillation dans le vide. Il arriverait ainsi à épurer les huiles et à les condenser ensuite par précipitation et décantation en une matière assez dure et presque anhydre.

En 1893, la Société des fabriques de produits chimiques de Thann et de Mulhouse a pris un brevet pour un *procédé de préparation d'une huile de noix de coco sans odeur et sans saveur*. Ce procédé consiste à injecter dans l'huile maintenue à l'abri du contact de l'air, de la vapeur surchauffée ; puis, avoir éliminé les produits odorants entraînables à la va-

peur d'eau, à laisser refroidir le produit dans une atmosphère de gaz inerte.

On fait fondre les graisses, on chasse l'air par un courant de gaz inerte, puis on fait passer un courant de vapeur d'eau surchauffée à 110-120° ; ensuite, quand l'opération est terminée, on arrête l'arrivée de vapeur et on laisse refroidir dans une atmosphère de gaz inerte.

En 1894, MM. Bang et Ruffin commencèrent également à étudier l'épuration des huiles et le 30 août de la même année, ils prirent un brevet qui est en quelque sorte la base de leurs travaux sur ce sujet. Nous résumons les données posées dans ce document.

Les huiles sont d'abord brassées avec une solution de 2 ou trois millièmes d'acide sulfurique ou chlorhydrique, puis lavées avec soin. Mais ce n'est là que l'opération préliminaire à l'épuration. Où commence l'invention de MM. Bang et Ruffin, c'est quand ils traitent l'huile neutre par la chaux en poudre fine et sèche (1). Ils avaient, en effet, remarqué que si la chaux en cet état ne produit aucune saponification des huiles neutres, elle se combine presque instantanément avec les acides gras libres pour les précipiter sous forme de granules savonneux, qui entraînent avec eux les matières colorantes et les alcaloïdes.

C'est là la deuxième phase de l'épuration, qui se termine par un lavage dans une solution de carbonate alcalin ; celui-ci enlève l'alcaloïde de mauvaise odeur produit par l'oxydation des glycérides.

Au cours de ces opérations, MM. Bang et Ruffin firent diverses observations qui les amenèrent à prendre un nouveau brevet, le 24 janvier 1896, destiné à leur assurer l'exploitation d'une graisse comestible, fondant à une température supérieure à 31° et extraite des huiles de coco.

Voici l'exposé du brevet :

(1) Nous verrons un peu plus loin qu'un autre inventeur trouve des raisons d'employer la chaux humide.

« Le beurre de coco fond à 23°, ce qui rend son emploi difficile. Pour y remédier, j'utilise, dit M. Bang, la propriété que possède l'huile de coco, de ne pas se solidifier en masse, mais de se cristalliser en plusieurs fois, suivant la température.

« J'ai remarqué qu'à 23°, point de fusion ordinaire, une partie de l'huile cristallisant au milieu de la masse, présente l'aspect d'une stéarine séparée de son oléo.

Après avoir séparé ce magma de la portion liquide, MM. Bang et Ruffin reconnurent qu'il ne fondait plus qu'à la température de 31° et commençait à se concréter vers 28°. Ils basèrent sur ce fait un procédé d'extraction dont nous donnons le détail en citant textuellement le brevet :

« On chauffe l'huile jusqu'à fusion, puis on laisse cristalliser à une température constante et proche de 23° pendant [illegible] heures.

« En principe, plus la cristallisation est lente, meilleur est le rendement ; au bout de ce temps, les cristaux étant parfaitement formés, on passe le tout dans des presses de stéarinerie, mais sous une pression qui n'est jamais supérieure à 150 kilogrammes par centimètre carré. On obtient des gâteaux et on les coule dans des moules ; on expédie sans aucune précaution spéciale. Les huiles écoulées des filtres peuvent être rendues propres aux usages industriels par des procédés simples et peu coûteux. »

MM. Rocca, Tessi et de Roux, les importateurs d'huile bien connus de Marseille, ont acquis les brevets Bang et Ruffin (dont l'exploitation semble, d'ailleurs, entourée d'un grand mystère) et monté une usine qui écoule par mois 300 tonnes d'une graisse ou beurre de coco dit *végétaline*, au prix de 1 franc environ le kilogramme logé en boîte de fer blanc.

M. Jussen, à son tour, a pris un brevet pour le traitement de l'huile de coco ; son procédé a pour but d'empêcher la saponification de la matière grasse neutre dans le traitement avec le lait de chaux et de provoquer une clarification rapide de l'huile. Ce procédé, suivant l'exposé des motifs de l'inventeur, est basé

sur l'observation qu'on a faite que, même à une température d'environ 100° C., la matière grasse neutre est saponifiée difficilement par les lessives diluées, tandis que les acides gras libres se saponifient presque instantanément si le lait de chaux est introduit dans l'huile à un état de division très fine. A cet effet, l'inventeur se sert d'un pulvérisateur à jet de vapeur qui présente sur le pulvérisateur à air l'avantage de provoquer instantanément la saponification des acides libres, tandis que si la chaux est introduite dans l'huile au moyen d'un pulvérisateur à air, les particules de lait de chaux finement pulvérisé se dessèchent au point de se rapprocher de la poudre d'hydrate de chaux, ce qui a pour effet de retarder la saponification des acides gras libres.

Dès que l'opération est terminée, on procède à la déshydratation nécessaire pour séparer l'huile du savon de chaux formé.

Le coprah en Hollande. — Le coprah a acquis une grande importance sur le marché hollandais ; en 1901, les importations se sont élevées à 40.740 tonnes, dont 22.000 tonnes ont été mis en œuvre à Amsterdam. L'huile de coprah est très en faveur ; elle est l'objet de demandes sans cesse croissantes.

HUILE D'AOUARA (Huile de Tucum)

Cette huile est extraite des fruits du palmier de Guinée (*Astrocaryum vulgare*, Mart.). Elle a une couleur rouge vermillon provenant de matière colorante dissoute dans la graisse, comme cela a lieu pour l'huile de palme, mais elle est beaucoup plus stable que cette dernière ; en outre, elle résiste aux acides et aux alcalis, qui n'ont presque pas d'action sur elle. L'huile d'Aouara est semi-liquide, d'odeur et de saveur agréables, faiblement acide ; elle rancit difficilement et contient une plus grande proportion d'oléine que l'huile de palme. On l'emploie dans la savonnerie (Schædler).

HUILE DE COHUNE

Angl. : Cohune Oil.

Extraite des graines du palmier de Cohune (*Attalea Cohune* Mart.), qu'on trouve réuni en grandes forêts dans le Honduras. Cette huile est analogue à l'huile de coco, mais elle est de beaucoup préférée à cette dernière.

A Belize, dans le Honduras, une société s'est fondée récemment qui a pour but, entre autres choses, l'utilisation des noix de palmier Cohune qui couvre de vastes surfaces dans toute la colonie. L'emploi de machines pour séparer la noix de son enveloppe charnue permettra d'en tirer un excellent parti, car les noix fournissent une huile d'excellente qualité. Ces noix valent 375 francs la tonne. (*Board of Trade Journ.*, 14 août 1902.)

HUILE DE COMOU

Angl. : Comou Oil.

On l'extrait par pression des graines du palmier de Comou (*Oenocarpus bacaba* Mart., *Oenocarpus batawa* S.) qui végète dans plusieurs contrées de l'Amérique centrale et dans l'Amérique du Sud. Cette huile est employée pour la savonnerie et la stéarinerie.

HUILE DE MURITI

Elle est fournie par le palmier vinifère (*Mauritia vinifera* Mart.), très répandu au Brésil et sur les rives de l'Orénoque.

HUILE DE TOURLOUROU

Angl. : Tourlourou Oil.

Elle provient du palmier *Manicaria saccifera* Gaert. = *Philophora testicularis* Jacq., qui végète dans les forêts humides du Brésil, de la Guyane et dans la plupart des régions des Indes occidentales. On l'emploie pour la savonnerie. (Schædler.)

Il ne faut pas confondre cette huile avec celle extraite du crabe Tourlourou (*Cancer ruricola* L. = *Gegarcinus ruricola* Leach), qui est très répandu dans les mers du Sud et qui émigre dans les terres à l'époque des pluies. Ce crabe est d'ailleurs comestible et sa chair est exquise.

L'huile de palmier Tourlourou est employée contre le rhume par les nègres.

HUILE OU BEURRE D'ASSAY

L'*Euterpe oleracea* Mart. est un palmier qui végète au Brésil, principalement à Para, où il atteint jusqu'à 50 mètres de hauteur. Les indigènes extraient de ses fruits une graisse connue sous le nom de huile ou beurre d'Assay. Ce produit n'est guère exporté.

HUILE DE NOIX DE COCO DU CHILI

Cette huile est extraite des noix fournies par le *Coquito* ou palmier à miel du Chili (*Jubœa spectabilis*, famille des Palmiers). Cette huile a été étudiée par E. Kinch (1). Dans les

(1) *Agric. Student's Gazette, new Series*, 1893, VI, 103-105.

échantillons analysés, l'enveloppe représentait 57 p. 100 du fruit; la noix contenait 5,15 p. 100 d'eau. L'analyse de la matière sèche a donné les résultats suivants comparativement à ceux de la noix du cocotier qui contenait 5,81 p. 100 d'eau :

	Jubœa spectabilis	Cocos nucifera
	—	—
Matières albuminoïdes........	7,75 0/0	9,43 0/0
Matière grasse................	71,38 »	71.13 »
Hydrates de carbone solubles.	15,22 »	13,21 »
Fibres........................	4,67 »	4,31 »
Cendres.......................	0,98 »	1,92 »

Ces chiffres montrent que la composition des noix de coco de la grande et de la petite variété est presque identique; et si l'on pouvait obtenir des noix de la petite variété en grandes quantités, on aurait avantage à en extraire l'huile et à donner le résidu au bétail. Cependant, le poids de l'enveloppe est beaucoup plus grand dans la petite variété que dans la grande.

BEURRE DE COCUM. BEURRE DE GOA. HUILE DE MADOOL.

Origine. — Cette graisse est extraite des graines de *Garcinia indica*, Chais.=*Garcinia purpurea*, Roxb.=*Brindonia indica*, Du Pet. = *Mangostana indica L.*, mangostane ou Brindonie des Indes.

Cet arbre végète sur la côte occidentale des Indes, notamment entre Daman et Goa ; c'est un arbre à branches tombantes, à feuilles ovoïdes ou lancéolées, pointues, vert foncé. Ses fruits sont piriformes, de la grosseur d'une petite pomme, contenant une moelle rouge dont le suc est agréable, mais très acide, et huit graines. Les Portugais les connaissaient dès 1563, d'après Garcia d'Orcta, et les employaient pour la teinture et pour la fabrication du vinaigre.

Jusqu'en 1830, on ne connaissait rien de la matière grasse des fruits ; ce n'est que depuis cette époque qu'on s'en est servi, notamment pour la falsification du beurre.

Les graines ont la forme d'un rognon ; elles sont aplaties sur les côtés, longues de 15 à 20 millimètres, larges de 10 millimètres et pèsent un demi-gramme. Les cotylédons épais, charnus des graines, non séparables, ont une saveur douce, huileuse.

Fabrication. — La graisse, extraite par les indigènes de la manière habituelle, par l'ébullition dans l'eau des graines séchées au soleil, est ensuite fondue de nouveau, filtrée et épurée, puis coulée en galettes rondes, ovoïdes, longues de 10 centimètres, larges de 5 centimètres et pesant 100 grammes ; elles sont mises en vente dans les bazars indiens. Le rendement en graisse est de 10 p. 100, quoique la graine en contienne beaucoup plus.

Le beurre de cocum est blanc ou jaune gris clair, solide à la température ordinaire, friable, mais gras au toucher, d'une odeur faible, pas désagréable, et d'une saveur douce, huileuse. Au bout d'un certain temps, il rancit, prend une couleur brunâtre et se couvre d'une efflorescence cristalline. Il fond à 40-41° C. et constitue alors un liquide jaune paille qui se congèle à 32° C. en s'échauffant jusqu'à 36° ; il est très soluble dans l'éther, peu soluble dans l'alcool.

Saponifié par la soude, il fournit un savon dur, et quand on le décompose par l'acide sulfurique, on obtient presque la même quantité d'acide gras que celle du beurre employé.

Le beurre de cocum se compose des glycérides des acides stéarique, myristique, oléique avec des acides gras libres ; il ne contient pas d'acides gras volatils, tels que les acides butyrique et valérianique.

Il est employé principalement pour falsifier le beurre ; en médecine, on l'emploie comme le beurre de cacao. Quand il est rance, on l'emploie dans la savonnerie.

SUIF DE GAMBOGE (Gamboge Butter)

Cette graisse est extraite des graines de *Garcinia pictoria Roxb.*, grand arbre réuni en grandes forêts dans le district occidental de Misore, qui fournit un suc laiteux jaune (gomme gutte) et des graines qui, traitées comme celles de *G. indica*, fournissent le suif dit de Gamboge. Cette graisse constitue le beurre des classes pauvres, tandis que les riches l'emploient pour l'éclairage.

BEURRE OU SUIF DE SIERRA-LEONE

Le *Pendadesma butyracea* Don. est l'arbre à beurre d'Afrique, grand, plantureux, à feuilles elliptiques allongées, à pointe courte, de 15 à 25 centimètres de long, 4 à 6 centimètres de large, coriaces, à nombreuses nervures parallèles.

Ses fleurs sont larges, rouges, à cinq sépales et cinq pétales; ses fruits sont ovoïdes irréguliers, longs de 10 à 12 centimètres, d'un diamètre de 7 à 9 centimètres et contiennent 3 à 5 graines de 4 à 5 centimètres de long et 2 à 2 cent. 1/2 de large. On les broie dans un mortier en pierre et les fait bouillir dans l'eau : on décante la graisse qui surnage le liquide. Rendement 32 p. 100. Ce beurre est connu sous le nom de beurre ou suif de Sierra-Leone, il est de couleur jaune et fond à 36-37° C.

HUILE DE TAMANU (Poonseed Oil)

Elle est fournie par le *Calophyllum inophyllum L.*, arbre de taille moyenne, originaire des îles Malaises, qui végète aux Indes Orientales et aux Indes Occidentales, et dont les graines contiennent 60 p. 100 de graisse, solide à 10° C., demi-fluide

aux températures plus élevées, colorée en vert foncé, d'une odeur et d'une saveur épicées. Densité. 0,950 à 15° C. Elle est employée en savonnerie.

HUILE OU BEURRE DE DIKA

Cette huile est extraite des fruits de *Irvingia Bateri*, Hock. = *Mangifera Gabonensis* Aubry Le Comte, qu'on trouve sur la côte occidentale d'Afrique, depuis Sierra-Leone jusqu'au Gabon, et appelée par les indigènes Mango sauvage.

L'arbre atteint une hauteur de 10 à 15 mètres ; ses feuilles, coriaces, sont elliptiques ou allongées, à pointe courte, alternées, longues de 8 à 10 centimètres et larges de 4 à 6 centimètres. Les fleurs jaunes sont axiales, à cinq sépales et cinq pétales. Le fruit — un drupe — se compose d'un péricarpe charnu et d'un endocarpe dur comme de l'os, presque carré, d'un diamètre de 5 à 6 centimètres ; la graine elle-même est grosse comme un œuf de poule. Ce fruit constitue un article important dans l'alimentation des indigènes : en le broyant et pétrissant la farine, ils en font du pain (pain de Dika, chocolat du Gabon) ; en le faisant bouillir avec de l'eau, ils en retirent la matière grasse qui y est contenue dans la proportion de 60 à 65 p. 100.

A l'état frais, le suif de Dika possède une odeur et une saveur agréables, douces, analogues à celles du cacao ; il est blanc, se conserve longtemps, puis il jaunit et rancit. Sa densité est de 0,820 à 15° C., il fond à 30-32° et contient, outre les glycérides, de l'acide laurique, des acides myristique et palmitique (ce dernier en très faible quantité) et quelques cristaux d'acides gras libres.

Il est facilement saponifiable ; on l'emploie en savonnerie et en stéarinerie, et comme succédané du beurre de cacao.

HUILE DE CANARI

Extraite des fruits de *Canarium commune* L. (*Bursera paniculata*, Lam.), qui végète aux Moluques et à Malabar et atteint une hauteur de 15 mètres ; il est également cultivé dans la zone tropicale des Indes orientales. Il produit des noix contenant des amandes ou graines très dures, triangulaires, longues de 4 à 5 centimètres ; les indigènes les mangent ou en extraient l'huile, qui y est contenue dans une proportion de 40 p. 100. Cette huile est semi-fluide, d'une saveur agréable, douce, analogue au beurre du cacao ; elle se conserve longtemps sans rancir et constitue une excellente huile à manger. Elle est appelée aussi « huile d'amandes de Java ».

HUILE OU SUIF DE MAFURA

Cette huile est extraite des fruits de *Trichilia emetica* Vahl = *Mafureira oleifera* Bert., arbre qui végète au Zambèse et dans la région du Nil Blanc. Il produit des fruits arrondis à trois capsules contenant des graines allongées grosses comme les fèves de cacao, douces, entourées d'une peau rouge écarlate (arille), d'une saveur très amère et fournissant par diffusion 60 à 65 p. 100 d'huile concrète ou suif, dit suif de Mafoura.

Pour l'obtenir, on broie les amandes, on les fait bouillir dans l'eau, car la pression ne donne ici qu'un faible rendement. Les résidus contiennent environ 4 p. 100 d'azote et sont employés comme engrais.

Le suif est de couleur jaunâtre, insipide, d'odeur de cacao ; il fond à 42° C, se congèle à 36°. Il est très soluble dans l'éther et très peu soluble dans l'alcool chaud ; il se compose princi-

palement de palmitine et d'un peu d'oléine. On l'emploie en savonnerie.

Les amandes de Mafura sont importées en grandes quantités du Mozambique et de Madagascar.

SUIF DU MALABAR (Suif de Piney, Malabar Tallow).

L'arbre à suif du Malabar (*Vateria indica* L. = *Vateria malabarica* Blum. = *Elæocarpus copaliferus* Retz) ou arbre à copal des Indes, est très répandu au Malabar, de Canara jusqu'à Travancore. Il fournit deux produits : par des incisions pratiquées dans le tronc, qui atteint une circonférence de plus de 5 mètres, on obtient le copal des Indes. Les fruits charnus, de 5-6 centimètres de long et 3-4 centimètres de large, fournissent des graines riches en suif végétal : on fait griller ces graines, on les broie et les fait ensuite bouillir dans l'eau.

Cette graisse est insipide, d'odeur très faible, agréable ; de couleur jaunâtre à l'état frais, elle blanchit au bout de quelque temps. Sous le rapport de la consistance, la graisse de Vateria occupe une place intermédiaire entre le suif et la stéarine ; elle fond à 35° et se congèle à 30°5, sa cassure est granuleuse et accuse la présence de fines aiguilles cristallines. Densité : 0,9150 à 15° C. Elle est facile à saponifier par les alcalis.

Agitée avec l'alcool froid, elle lui abandonne environ 2 p. 100 d'huile essentielle d'une odeur très agréable. Elle se compose de 75 p. 100 de palmitine et de 25 p. 100 d'oléine et de petites quantités d'acides gras libres.

En Angleterre, cette graisse est très estimée dans la stéarinerie parce que les bougies qui en proviennent dégagent, en brûlant, un parfum très agréable, produisent une flamme non vacillante, brûlent la mèche complètement et ne répandent pas de mauvaise odeur quand on les éteint. Elle est également bonne pour la savonnerie.

HUILE DE MOCAYA

Le *Cocos aculeata* Jacq. = *Acrocomia sclerocarpa* Mart. = *Bactris minor* Gaert. = palmier de Macassu, est un arbre de la famille des palmiers acrocomiacés, originaire des Indes occidentales, très répandu au Brésil, à la Guyane et surtout au Paraguay, où de grandes bandes de territoire sont recouvertes d'une végétation luxuriante. L'Acrocomia sclérocarpa y est très répandu.

Daydow Jacqson mentionne dans l'*Index Kewensis plantarum* onze variétés d'acrocomiacées qui se trouvent au Paraguay, dans la Guyane, l'île de la Trinité, le Mexique, la Bolivie, le Nicaragua et l'île Saint-Dominique.

Le fruit du Mocaya est un drupe globulaire, de couleur vert olive quand il est mûr ; il est fibreux, l'endocarpe est ligneux, très dur ; la graine est huileuse. Le fruit sec ressemble à la noix de galle du *Quercus ruber*, mais il est un peu plus gros que ce dernier et renferme 60 à 70 p. 100 d'huile (1).

100 kilog. de fruits desséchés fournissent à peine 6 kilog. 300 d'amandes, de sorte que l'exportation de ce produit ne sera possible que lorsqu'on aura trouve le moyen de lui enlever dans le pays d'origine même la partie inutile, c'est-à-dire l'enveloppe ligneuse.

Le gouvernement du Paraguay, comprenant l'importance commerciale du fruit du Mocaya, institua un concours pour la construction d'une machine qui permettrait de débarrasser le fruit rapidement et économiquement de la partie inutile, une machine qui briserait l'enveloppe ligneuse sans blesser l'amande. Nous ignorons le résultat de ce concours.

MM. de Negri et Fabris ont extrait de la graine par diffusion avec la ligroïne 65 p. 100 d'une huile concrète ; avec le sulfure

(1) D'après G. de Negri et G. Fabris. *Monit. scientif.*, 1897, p. 681.

de carbone le rendement fut à peu près le même. La quantité que fournit l'expression est sans doute moindre, mais en tout cas elle ne sera pas inférieure à 50 p. 100. La séparation de l'huile réussit plus difficilement si l'on soumet à l'ébullition prolongée la graine réduite en farine. Pour faciliter la séparation, il est nécessaire d'ajouter un peu d'acide chlorhydrique pour saccharifier la fécule.

L'huile de Mocaya a la consistance du beurre ; elle est blanche ou jaunâtre, et présente une légère odeur qui rappelle nettement celle de coco. Elle se dissout dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et l'éther de pétrole ; elle n'est que peu soluble dans l'alcool froid, mais elle se dissout facilement dans ce véhicule à 90 p. 100. Par le refroidissement, la solution alcoolique laisse déposer des cristaux disposés en rosettes. Elle est peu soluble dans l'acide acétique glacial, mais s'y dissout facilement par une légère élévation de température.

Après avoir chauffé au bain-marie pendant deux jours et sous pression réduite, on a fait l'analyse, et voici les constantes trouvées par de Negri et Fabris :

Point de fusion de l'huile	24 — 29°.
Point de congélation de l'huile 22° C ; se congèle lentement jusqu'à	15°.
Point de fusion des acides gras	23 — 25°.
Point de congélation des acides gras	22 — 20°.
Indice de saponification	240,65.
Indice d'iode	24,63.
Indice acide (acide oléique)	4,50.
Indice de saponification des acides gras	254,00.
Indice de saponification des acides gras non volatils.	244,80.
Indice de Reichert (pour 5 gr. de substance)	7,00.

Réactions colorées :

Réaction d'Heydenreich ; coloration jaune clair.
Réaction d'Hauchecorne : coloration jaune clair.
Réaction de Brullé : décoloration.
Réaction de Becchi : aucune.
Réaction de Milliau : aucune.

Toutes ces propriétés rapprochent cette huile de celle de coco, surtout les caractères organoleptiques et l'indice de Reichert qui est très caractéristique pour cette huile. Cependant, l'huile de Mocaya a un indice d'iode beaucoup plus élevé et un indice de saponification moindre que les indices correspondants de l'huile de coco, ce qui permet de conclure que la première est plus riche en acide oléique.

BEURRE DE MUSCADE

On l'extrait des graines de *Myristica officinalis* L. = *Myristica moschata* Thumb. — *Myristica fragrans* Houttuyn = le Muscadier.

Cet arbre, originaire des Moluques, végète à l'état sauvage dans tout l'archipel indien et est cultivé dans beaucoup de pays tropicaux, aux Indes orientales et aux Indes occidentales, au Brésil ; sa culture est surtout importante aux îles néerlandaises de Banda. Il atteint 12 à 16 mètres de haut ; ses feuilles persistantes sont épaisses, ovoïdes, pointues, brillantes. Son fruit est une baie globuleuse, ovoïde, munie d'une couture latérale, recouverte de poils soyeux, d'une couleur jaune claire, et a 5 centimètres de diamètre ; il contient deux à quatre graines qui sont les noix muscades.

La noix muscade est entourée d'une enveloppe séminale rouge, charnue, à plusieurs ailes qui est le macis. Les noix elles-mêmes ont 2 centimètres de long, 1 à 1,5 centimètre de de diamètre ; elles sont renfermées dans des coques brunes, un peu poussiéreuses, ridées extérieurement, d'une odeur et d'une saveur fortes, épicées, amères. Les arbres ne fructifient qu'à l'âge de 9 ans, et restent fertiles jusqu'à 70-80 ans ; ils fleurissent presque toute l'année, ce qui fait que ses fruits ne mûrissent jamais simultanément.

Pour l'extraction de l'huile, on n'emploie que les vraies noix

muscades (femelles), [car les noix sauvages (appelées noix mâles), de *Myristica tomentosa* Thunberg, ne contiennent pas de parfum] brisées ou attaquées par les insectes, qui sont offertes sur les marchés d'Angleterre et de Hollande. Les noix en bon état sont vendues à la droguerie à des prix auxquels l'extraction de l'huile ne serait plus rémunératrice.

Pour l'extraction de l'huile, dans l'Archipel indien, les noix sont grillées, réduites en poudre et pressées dans des presses à plateaux chauffés. En Europe, les noix sont broyées, la masse chauffée à la vapeur et soumise à la pression. Le rendement en huile varie de 20 à 23 p. 100.

Cette huile a la consistance du suif, mais elle est plus friable, marbrée de blanc et de rougeâtre, grasse au toucher; elle possède une odeur forte et une saveur de noix. Sa densité est de 0,990 ; mélangée avec deux parties d'éther chaud ou avec quatre parties d'alcool chaud, elle forme une solution claire; l'alcool froid n'en dissout que la matière colorante, l'huile essentielle qu'elle contient et la partie fluide de l'huile ; cette partie fluide, avec 40 à 45 p. 100 de graisse solide (myristine), compose toute l'huile.

L'huile ou beurre de muscades se compose principalement du glycéride de l'acide myristique et contient, en outre, 6 à 8 p. 100 d'huile essentielle, une graisse jaune, butyreuse, et une graisse blanche, saponifiable, sur laquelle nous manquons de renseignements.

Le beurre de muscades est souvent falsifié; le meilleur moyen de contrôle est la dissolution à clair dans l'éther ou l'alcool; lorsqu'il est mélangé de graisse étrangère, la dissolution n'est pas absolument claire. Il est employé en médecine et en pharmacie.

Actuellement, le beurre de muscades est fabriqué dans presque tous les pays d'Europe et se trouve dans le commerce en paquets de 750 grammes.

BEURRE OU HUILE D'OTOBA (Otoba butter)

Extrait par pression des graines de *Myristica Otoba* Humb., arbre haut de 13 à 16 mètres, originaire de la Nouvelle-Grenade (Colombie), dont les graines, appelées noix de muscades de Santa-Fé, ont la même saveur que celle des muscades ordinaires. Ce beurre a une couleur jaunâtre, la consistance du beurre de muscades, une odeur fraîche, désagréable quand on le fait fondre ; au bout de quelque temps, il prend une couleur brune ou sale, fond à 38°C ; il se compose de myristine et d'oléine.

BEURRE D'UCU-UBA (Becuiba tallow)

Ce beurre est extrait d'un arbre de *Myristica becuhyba* Humb., de la même famille que ci-dessus ; arbre originaire du Brésil, dont les graines sont pressées de la même manière que celles du muscadier. Ce beurre a l'apparence extérieure et la couleur du beurre de muscades des Indes, mais son odeur est moins agréable et sa saveur acidulée. On l'emploie en pharmacie et en savonnerie.

BEURRE OU SUIF DE VIROLA (Virola Tallow)

Il est fourni par le *Myristica sebifera* Swartz = *Virola sebifera* Aublet, qui est le Jayamadon Ouarachi des créoles. Cet arbre, originaire des Indes occidentales, est très répandu dans la Guyane, les Carolines, etc., produit des fruits globuleux, de forme analogue à celle des citrons, gros comme une noisette et à deux lobes. Les graines sont noirâtres, à coque très fragile, intérieurement marbrées de rouge et de blanc, et entourées d'un tégument séminal ; elles contiennent 40 à 50 p. 100 de graisse. Pour extraire celle-ci, on broie les graines, on les fait bouillir avec de l'eau, on décante la graisse, on la

filtre et la coule en bâtons rectangulaires qui sont mis dans le commerce.

Le beurre de Virola a la consistance du suif à la température ordinaire, une couleur jaune pâle ; au bout de quelque temps, il se couvre d'une couche de givre cristallin brillant, contracte une coloration brunâtre à l'intérieur et est parsemé de petits cristaux punctiformes. Il possède une odeur fraîche, rappelant quelque peu celle du beurre de muscades ; mais il rancit facilement. Il est complètement soluble dans l'éther et dans l'alcool, fond à 45° C et se solidifie de nouveau à 40°. Sa densité, à 15° C. est de 0,995 ; il n'est pas complètement saponifiable, et se compose principalement de myristine, d'oléine et d'acides gras libres.

En Amérique, en Angleterre et en France, on l'emploie pour la stéarinerie et la savonnerie ; les bougies qui en proviennent se distinguent par une odeur agréable qu'elles répandent en brûlant.

Deux autres arbres de la même famille, *Myristica angolensis* B. et *Myristica longifolia* Don., qu'on trouve sur la côte occidentale d'Afrique, contiennent également 60 à 70 p. 100 de beurre.

HUILE DE CHALMOGRÉ, HUILE DE LUCRABAN (Chalmoogra oil)

Extraite des graines de *Taraktogenos Kurzii* (King), arbre des forêts de l'Himalaya, des Indes orientales et des îles Malaises, à feuilles allongées, fleurs axiales jaunes, fruits globuleux de 8-12 centimètres de diamètre, contenant de nombreuses graines de 2 centimètres de long, 1 centimètre de large, comprimées irrégulièrement. Ces graines, appelées Tafung-tzé par les Chinois, rendent à la pression plus de 30 p. 100 d'huile ; par diffusion au moyen de l'éther on en obtient 50 à 52 p. 100. Elle est appelée huile de Chalmogré.

Lorsqu'elle n'est pas très fraîche ou si elle est extraite de

graines vieilles, elle possède une odeur particulière (goût d'œufs d'oiseaux) et une saveur analogue, et est de couleur brunâtre ; autrement elle est solide, insipide et inodore. Elle est solide jusqu'à 17° C. quand elle est extraite par pression, jusqu'à 14° seulement quand elle est obtenue par diffusion.

Aux Indes, en Chine, au Siam, elle a des emplois multiples ; on l'emploie principalement comme spécifique contre les convulsions rhumatismales et dans différentes maladies de la peau. Elle trouve également des applications en Angleterre.

Cette huile a été étudiée par Moos (1879), Petit (*Journ. Pharm. et Chim.*, 1892, 445) et récemment par Schindelmeister (Ber., 1904, 164), mais les résultats obtenus par ces auteurs diffèrent considérablement de ceux trouvés récemment par Power et Gornall (*Chem. Soc. Proceedings*, 1904, 135). D'après ces derniers, les graines de chalmogré contiennent un ferment hydrolytique et un composé cyanogène instable qui, agissant sur les graines broyées, y produisent du cyanure d'hydrogène. Les graines leur ont fourni par pression 30,9 p. 100 d'huile grasse qui avait les constantes suivantes :

Point de fusion	22-23°
Densité à 25°	0,951
» à 45°	0,940
$[\alpha]_D^{15°} =$	+ 52°
Indice d'acidité	23,9
» de saponification	213
» d'iode	103,2

BEURRE DE CÉE OU DE SHÉE (Suif de Noungou. Beurre de Bambouk)

Ce produit est extrait des graines de *Bassia Parkii* de C. = *Butyrospermum Parkii* Kotschy = Arbre à beurre, de la famille des Sapotacées.

L'arbre à beurre est une espèce d'arbre à caoutchouc qui fournit un latex jaune et est très répandu dans l'Afrique tropi-

cale (côté nord de l'équateur), au Sénégal, au Niger et dans la région du Nil Blanc. C'est un bel arbre plantureux, de 15 mètres de haut, à feuilles non découpées, allongées, longues de 15 à 25 centimètres, larges de 8 à 10 centimètres, lisses, et à fleurs rouges brunes, poilues, feutrées, réunies en régime compact, à huit sépales et seize à vingt pétales réparties en deux rangées. Les pétales extérieures sont ovoïdes-elliptiques, les intérieures sont ovoïdes, dentelées et se terminent en pointes, huit à dix étamines. Le fruit est elliptique, long de 4 à 5 centimètres, à une seule graine, et celle-ci enveloppée dans une écorce dure comme celle de la châtaigne, dont elle a la grosseur. Les cotylédons épais, charnus, sont riches en huile.

Pour extraire la graisse, on broie les graines et les fait bouillir dans l'eau, ou encore on les chauffe après broyage et les pressure. Rendement : 40 p. 100 environ.

Le beurre de Shée a la consistance du beurre à la température ordinaire, une couleur grise ou blanche verdâtre, rarement blanche pure. A l'état frais, il a une odeur analogue à celle du cacao et une saveur douce, agréable. Il se conserve longtemps sans rancir ; cependant, certaines graisses de Nungou et de Djave qu'on trouve dans le commerce et qui ont été obtenues par ébullition des graines dans l'eau rancissent rapidement et contractent alors une odeur caractéristique très désagréable.

Densité à 15° C : 0,953 à 0,955. Cette graisse fond à 28-29° C et se solidifie ensuite à 21-22° C après être devenue opaque, en s'échauffant 23-23°5 C. Elle est presque insoluble dans l'alcool froid, soluble dans 40 parties d'alcool bouillant et très soluble dans l'éther. Saponifiée avec la lessive de soude, elle fournit un savon blanc très dur.

Le beurre de Shée se compose de stéarine et d'oléine, contient une certaine quantité de cristaux d'acides gras ; la palmitine manque complètement ou ne s'y trouve qu'en très petite quantité.

Eu égard à sa teneur élevée en acide stéarique, ce beurre est employé en stéarinerie et en savonnerie. A l'état frais, il est employé dans l'alimentation ; en médecine on s'en sert pour le

traitement de certaines maladies de la peau, en parfumerie pour la confection de pommades et de cosmétiques.

BEURRE DE FULWARE

Phulwara butter. Choreabutter. Indian butter.
Kariti (Afrique occidentale).

Extrait des graines de *Bassia butyracea* Roxb. (Sapotacées), arbre à beurre des Indes. Cet arbre, semblable au précédent, se rencontre dans la région de l'Himalaya jusqu'à une alitude de 1.500 mètres ; on le trouve aussi sur la côte de Coromandel. Ses fruits sont des baies arrondies, à 1-3 graines de forme elliptique, à écorce brun clair, brillante.

Le beurre de Fulwara est préparé de la même manière que le beurre de Shée ; il a une couleur blanc pur, une saveur douce et une odeur agréable. Il constitue un aliment important dans les Indes ; il fond à 48-49° C et ne se solidifie ensuite qu'à 35° C. Sa composition chimique est celle du beurre de Galam ; on l'emploie en savonnerie et en stéarinerie.

HUILE OU BEURRE D'ILLIPÉ — BEURRE DE MAHIVAH — HUILE D'YALLAH

Extrait des graines de *Bassia latifolia* Roxb. et *Bassia longifolia* L. = Bassie à feuilles larges et longues (du docteur Ferd. Bassi, mort en 1774 à Bologne). Ces deux arbres sont originaires des Indes orientales ; on les trouve sur la côte de Malabar et de Coromandel ; ils sont cultivés dans toutes les parties de l'Inde, tant pour la production du beurre que pour la fabrication d'une boisson enivrante par l'alcoolisation des fleurs qui sont riches en sucre.

Le *Bassia latifolia* Roxb. (Caat olloopai en Tamoul) produit des baies vertes, ovoïdes, charnues, de 3-5 centimètres de longueur, à 1-4 graines allongées. pointues, brunes, brillantes. Les cotylédons charnus, qui contiennent des cellules très riches en parenchyme, renferment 35 à 40 p. 100 de graisse verdâtre.

Celle-ci est extraite par pression. Les tourteaux ont une saveur très amère et sont dès lors impropres à l'alimentation du bétail ; ils contiennent 3 p. 100 d'azote.

Le beurre de Mahivah possède une odeur et une saveur fraîches, agréables, une couleur qui va du jaune clair au jaune verdâtre ; au bout de quelque temps de conservation, il rancit et prend une couleur jaune sale. Sa densité à 15° C est de 0,972 ; il fond à 43-44° C et se solidifie à 36° C. Il est très soluble dans l'éther, partiellement dans l'alcool. Il est facilement saponifiable par les alcalis ; il constitue un mélange de 80 p. 100 de stéarine et de 20 p. 100 d'oléine, avec cristaux d'acide stéarique. C'est une matière première très appréciée pour la stéarinerie et la savonnerie en France et en Angleterre. Les indigènes le font entrer dans leur alimentation.

Le fruit du *Bassia longifolia* (Kat illupi en Tamoul) est une baie jaune, allongée, grosse comme une prune, à 1-3 graines. Cotylédons charnus comme ci-dessus ; graisse jaune clair. Méthodes d'extraction comme ci-dessus.

Les graines fournissent environ 51 p. 100 de graisse par diffusion avec l'éther de pétrole (point d'ébullition 40-45° C) ; cette graisse est jaune, se solidifie lentement et prend une consistance butyreuse. Sa densité est de 0,9175. Sous l'influence de l'air et de la lumière, elle se décolore rapidement et devient rance. Elle est partiellement soluble dans l'alcool, complètement soluble dans l'éther, la benzine et le sulfure de carbone.

Le beurre d'Illipé a été étudié par H. Becker (1). L'analyse a fourni les résultats suivants :

Densité à 100° C.	0,8854
Indice de saponification de la graisse	194,04
» » des acides gras	206,0
Indice d'iode de la graisse	29,93
» » des acides gras	31.64
Point de fusion de la graisse	35°5 à 36°5 C
» des acides gras	51°4 à 55°. C

(1) *Zeitschr. f. œffent. Chem.* 1898, 545.

Point de solidification de la graisse......	24°6 C
» » des acides gras....	52°5 C
Matière insaponifiable..................	0,397 0/0
Indice Reichert-Meissl..................	1,23
Acides libres..........................	17,645 0/0
Matières minérales.....................	traces

Les beurres de Shée, de Fulwah et de Mahwa sont mis dans dans le commerce en tonneaux ordinaires cerclés de fer et de différentes grandeurs.

Le *Vitellaria paradoxa* Gœrt., arbre à beurre du Soudan, fournit également une graisse qu'on extrait des graines par ébullition. Cette graisse entre dans l'alimentation de différentes peuplades africaines.

HUILE DE LAURIER (Bayberry Oil).

Extraite des baies fraîches ou séchées du laurier (*Laurus nobilis* L.). Cet arbre qui, chez les anciens, était consacré à Apollon et constituait le symbole du mérite et de la renommée, comme aujourd'hui encore, est originaire de l'Asie, et cultivé en Grèce, en Italie, en Espagne et en France. Il atteint une hauteur de 5 à 6 mètres ; ses feuilles sont persistantes, allongées, pointues, d'apparence un peu fanée. Les baies contiennent 20 p. 100 d'huile.

On extrait l'huile par expression des graines dans l'Europe méridionale, en Suisse et en Hollande. L'Espagne, la Grèce et la Crète en produisent et exportent certaines quantités. Cette huile constitue une masse butyreuse, granuleuse, de couleur jaune verdâtre ; elle possède une saveur légèrement amère et une odeur aromatique spéciale. Elle se compose principalement de laurostéarine, de myristine, de résine, de camphre, de chlorophylle, et d'une huile essentielle qui lui donne son odeur particulière. Cette huile est employée en pharmacie et en médecine vétérinaire.

De Negri et Fabris lui ont trouvé les constantes suivantes (1) :

(1) De Negri et Fabris. *Annali del Laborat. chim. delli Gabelli*, 1891.

Point de fusion............	32-34° C
» de solidification......	25° C
Indice d'iode	67,8
Indice de saponification....	197,48

L'huile est souvent falsifiée par des additions de savon, de saindoux et de matières colorantes, telles que l'indigo, les sels de cuivre, etc.

Pour contrôler sa pureté, on se sert principalement de sa solubilité dans l'éther : l'huile de laurier mélangée de graisse de porc ne donne pas avec l'éther une solution claire, mais une solution trouble, laiteuse ; un mélange de matières grasses colorées artificiellement se comporte de la même façon et n'est pas granuleux.

L'huile de laurier, employée principalement dans la médecine vétérinaire, est expédiée surtout du lac de Garde sur Venise et Trieste en tonneaux de 150 kilogrammes et aussi en estagnons de 10-20 kilogrammes.

2° Un autre représentant de la famille des Laurinées, *Tetranthera laurifolia* Jacq. = *Sebifora glutinosa* Lour., qu'on trouve en Cochinchine et à Java, produit également des graines contenant de la graisse qu'on extrait par l'ébullition. Cette graisse, appelée *Hoeroe gadung* à Java, *Undung* à Birma, est employée en stéarinerie.

3° Le *Cylicodaphne sebifera* Bl. = *Lepidenia Whigtiania* Nees, arbre à beurre de la partie occidentale de Java, fournit le

BEURRE DE TANGKALLAH, Minjak Tangkalla (Java)

qui fond à 45° C, se compose de 14 p. 100 d'oléine et 85 p. 100 de laurostéarine et est employé en savonnerie et en stéarinerie. Les fruits d'un seul arbre fournissent la graisse nécessaire pour la fabrication de 500 bougies.

4° Enfin, le *Laurus persea* L. = *Persea gratissima* Gaert. = l'Avocatier, produit des fruits dont on extrait

L'HUILE D'AVOCATIER (Huile d'Avocado, Huile d'Alligator)

Cette huile est peu ou point connue en Europe ; mais elle est employée en grande quantité eu Amérique pour la savonnerie. L'arbre qui la produit est haut de 13 à 15 mètres, très répandu dans le nord du Brésil et en général dans toutes les Indes occidentales ; il a été également acclimaté aux Indes orientales. Ses fruits, piriformes, gros comme le poing, sont comestibles. Le Mexique en exporte certaines quantités aux Etats-Unis, où ils sont payés un prix élevé ; malheureusement ils sont d'une conservation difficile, condition qui s'oppose au transport à de longues distances.

L'huile qu'on en obtient est brun verdâtre ; elle se compose de 30 p. 100 d'oléine et de 70 p. 100 de laurostéarine et palmitine. Comme les autres huiles concrètes, elle est employée en savonnerie. Traitée par les alcalis, elle accuse des propriétés analogues à celles de l'huile de palme (Schædler).

HUILE DE MACASSAR (Suif végétal)

Un spécimen de cette huile, extraite des graines de *Schleichera Trijuga* Wild (Sapindacées), expédiées de Mirzapoor (Hindoustan), a été examinée par R. Glenk (1). Elle se présentait sous la forme d'une substance blanche jaunâtre, demi-solide, ayant une légère odeur d'amandes amères, et une densité de 0,924 à 15° C. Elle contient 91 p. 100 d'acides gras insolubles dans l'eau, parmi lesquels les acides laurique, arachidique et butyrique. Elle possédait, en outre, une saveur acidulée, douceâtre, qu'on peut attribuer à un commencement de rancidité. Elle avait une légère acidité, constatée au moyen du papier tournesol, était parfaitement liquide à 28° C, et se

(1) *Amer. Journ. Pharm.* 1.94, 528.

solidifiait à + 10° C. Elle se saponifiait facilement avec l'hydrate de soude, même à basse température, et formait un savon blanc, dur. L'acide nitreux la colorait en rouge orange sale, mais ne la solidifiait pas ; l'acide sulfurique la colorait en brun rougeâtre. Elle est très soluble dans le chloroforme, l'éther, le sulfure de carbone, la benzine et les huiles fixes et volatiles ; elle est peu soluble dans l'alcool.

HUILE D'AKÉE (Ake Oil)

L'arbre appelée Akée est originaire de la Guyane ; mais il est cultivé depuis très longtemps à la Jamaïque. L'huile est extraite, paraît-il, de la pulpe blanche ou jaunâtre qui entoure la graine. L'huile se présente sous forme d'une graisse jaune, non siccative, ayant la consistance du beurre à la température ordinaire ; elle possède une odeur particulière et une saveur peu agréable.

Ses constantes sont les suivantes :

Densité à 15°5 (l'eau = 1)	0,857
Point de fusion	25 à 35°
Point de solidification	20°
Indice de Hehner	93
Indice de saponification	194,6
Indice de Reichert	0,9
Indice d'iode	49,1
Indice d'acide	20,1

Les acides gras mélangés distillent sans se décomposer à 225° sous une pression de 13 mm.

Le tourteau provenant de graines pressées contient encore 25 p. 100 d'huile qu'on peut en extraire par les dissolvants.

BEURRE DE MKANI

Cette graisse est fournie par l'arbre à suif de la côte orientale d'Afrique, le *Stearodendron* Stuhlmanu. Elle se compose

essentiellement de deux glycérides mélangés. En la traitant par un mélange d'éther et d'alcool, Henriques et Kuhne obtinrent, après cinq cristallisations, une substance fondant à 44°5-45°5 ; mais, après une première fonte, son point de fusion s'abaissa à 38°5-39°5. Après trois nouvelles cristallisations, le point de fusion fut de 45°-46°, et 39°-40° après une première fusion. Indice d'iode, 28,6 ; poids moléculaire calculé d'après l'indice d'iode, 295,2. Il fut impossible, à partir de ce moment, de modifier le produit par de nouvelles cristallisations dans l'alcool absolu et l'acide acétique glacial ; il est donc hors de doute qu'on se trouve en présence d'oléo-distéarine, malgré les fluctuations du point de fusion.

HUILE DE MOABI

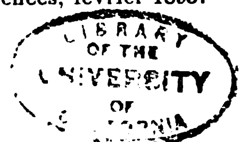
Le Moabi se trouve dans la vallée Kouilou (Congo français), entre Kakamocka et Kitabi, de même que dans une des premières forêts traversées par le sentier de Loango à Brazzaville, à 30 kilomètres environ à l'est de la première de ces localités.

C'est un arbre de la famille des Sapotacées, dont le tronc atteint facilement 2 m. 50 à 3 mètres de diamètre à 2 mètres du sol, et s'élève à 25 ou 35 mètres avant les premières branches. Les graines de cet arbre ont 5 centimètres de long sur 3,5 centimètres de large et 2,5 centimètres d'épaisseur, avec un tégument brun de 1 millimètre d'épaisseur.

Ces graines ont été étudiées par MM. Lecomte et Hébert (1).

100 parties de ces graines décortiquées ont donné 36 parties d'écorces et 64 parties d'amandes. Les *écorces*, pilées et tamisées, puis séchées à 100°, contenaient 12,18 p. 100 d'humidité.

(1) Note présentée à l'Académie des sciences, février 1895.



La matière séchée présentait la composition suivante :

Cendres		1,20
Matières grasses		2,85
Matières azotées totales		4,38 (0,50 0/0 d'azote)
Matières organiques solubles dans l'eau, 1,50 0/0	Azotées	0,37 (0,06 0/0 d'azote)
	Sucres réducteurs	traces
	— non réducteurs	traces
	Gommes, tannin / Acides végétaux	1,13
Cellulose		51,45
Autres principes (vasculose, etc.), par différence		39,00
		100,00

Les *amandes*, pilées après dessiccation à 100° C, ont montré en humidité 3,45 p. 100. La matière grasse s'élevait de 45 à 50 p. 100, soit environ 30 à 35 p. 100 pour la graine non décortiquée.

Le tourteau desséché présentait la composition suivante :

Cendres	4,40
Matières azotées totales	12,81 (azote 2,05 0/0)
Matières azotées	12,50 (azote 2 0/0)
Sucres réducteurs	0,57
— non réducteurs	3,50
Gommes, tannin	13,43
Acides végétaux	18,75
Cellulose	
Résine	12,36
Autres principes (vasculose, etc.)	34,18

Le tourteau de Moabi serait donc un excellent engrais, ou même un bon aliment pour le bétail.

La matière grasse est jaunâtre, solide à la température ordinaire, fusible à 32-33° C, et se solidifie à 25-26° C. Elle est très peu soluble dans l'alcool. Sa densité est de 0,894.

Par saponification, elle donne 88 p. 100 d'acides gras composés de parties égales d'acides liquides et d'autres solides. Les acides liquides sont constitués par de l'acide oléique, et les acides solides par des mélanges probables d'acides myristique, palmitique et stéarique.

HUILES DE GRAINES DE NEFHELIUM LAPPACEUM (Sapindacées)

Les graines de cet arbre ont été rapportées de Java par le docteur Schiffner, qui y avait fait une expédition. Elles ont été broyées dans un moulin et analysées sans autre traitement par M. Baczewski (1). Leur composition est la suivante :

Eau, 5,87 ; matière grasse (soluble dans l'éther de pétrole), 35,07 ; extrait par l'éther (en dehors de la matière grasse), 3,00 ; cendres, 1,95 ; albumine, 8,89 ; fibre ligneuse, 6,90 ; fécule, 25,63 ; sucre, 1,25 p. 100.

On n'y a trouvé ni cholesterine, ni lécithine, ni alcaloïdes. Ses constantes observées sont les suivantes :

Point de fusion	42° à 46° C.
Point de solidification	38° à 39° C.
Densité	0,9236
Indice d'acide	42,9
Indice de saponification	193,8
Indice d'iode	89,4
Acide oléique 0/0	43,8
Point de fusion des acides gras	58° à 61° C.
Point de solidification —	57° C.
Indice de saponification —	186,4
Poids moléculaire moyen —	300,9
Indice d'iode —	41,0
Acide oléique 0/0 —	45,5

Le poids moléculaire moyen des acides indique la présence d'un acide à poids moléculaire plus élevé que celui de l'acide stéarique. On a isolé un acide fondant à 75° C ; il avait la composition de l'acide arachidique. L'huile semble contenir également de l'acide oléique. En outre de ces deux acides, qui y sont prépondérants (cf. Oudemans, J. Prakt. *Chem.*, IC, 418), on a obtenu une faible quantité d'acide stéarique par distillation fractionnée sous une pression de 100 millimètres ; on a reconnu cet acide par son point de fusion et sa composition. On n'y a pas trouvé d'acide palmitique.

(1) *Monatsh. f. Chem.* 1895, p. 866.

HUILE DE SAVONNIER

Elle est extraite des fruits de *Sapindus emarginatus* Roxb. = *Sapindus trifoliatus* L. = *Sapindus laurifolia* Vahl, vulgairement appelé savonnier. Cet arbre est orignaire des Indes orientales, où il est très répandu, ainsi qu'aux Indes occidentales. En dernier lieu, on a essayé de le cultiver dans le Finistère. en Bretagne. Il atteint 6 à 10 mètres de haut ; il produit des fruits à noyaux de la grosseur d'une cerise ; ses baies sont brunes ou noires, brillantes. On les trouve à l'état sec dans le commerce sous le nom de graines de savon.

La partie charnue du fruit est riche en *saponine* : un morceau gros comme une lentille fait avec 50 grammes d'eau un liquide très mousseux. Aux Indes, ces graines sont employées pour le blanchiment du linge ; en Europe, on s'en sert dans la teinture pour le lavage des tissus de soie teints à l'aniline.

La peau du fruit, le noyau et la graine ne contiennent pas de saponine ; les cotylédons contiennent, avec des radicelles tordues, environ 30 p. 100 de graisse blanche fondant à 15° C, semi-liquide à 20°, claire et liquide entre 25 et 30°. On l'extrait par diffusion.

Cette huile a une odeur particulière ; aux Indes, elle est employée en médecine et pour la fabrication du savon, car elle se saponifie très facilement.

HUILES DE PEKEA OU PIQUIA ET DE SOUARI OU SAWARRI

Ces huiles sont extraites des fruits de différents arbres de la famille des Rhizobolacées. Les plus remarquables parmi ceux-ci sont : 1° le *Rhizoybolus butyrosa* W. (arbre à beurre); 2° le *Rhizoybolus amygdalifera* Aubl. = *Caryocar brasiliensis* Cuvier ; 3° le *Caryocar tomentosum* Cuvier = *Pekea Guyanensis*.

Le premier de ces arbres est très important pour les habi-

tants du Brésil et de la Guyane ; car, outre les graines excellentes (noix de Pekea) qui sont employées pour l'alimentation des indigènes, on trouve encore dans la partie médiane comprise entre la coque et l'amande une couche de matière butyreuse, riche en huile.

Le second est un arbre du Brésil, haut de 30 à 40 mètres, qui fournit l'huile de Caryocar ou huile de Piquia.

Le troisième fournit des noix excellentes, grosses comme un œuf, de couleur brun rougeâtre, couvertes de nodosités. L'amande est grosse, très tendre, d'une saveur analogue à celle de fruit de l'amandier ; elle contient une huile concrète d'une grande finesse, analogue à l'huile d'olives, et connue sous le nom de huile ou beurre de Souari. Offertes sur le marché de Londres, les noix de Souari ont été très appréciées du public anglais, et la demande en est devenue tellement considérable qu'il est impossible de la satisfaire.

Cet arbre a été acclimaté à l'île Saint-Vincent, ou l'on cherche à le multiplier par la culture.

HUILE DE PALME

Cette huile est fournie par un palmier de l'espèce Elæïs (famille des Palmées), qui ne comprend que deux variétés : le palmier africain (*Elæïs guineensis*) et le palmier américain (*Elæïs melanococca*). Une autre espèce de la même famille est l'*Astrocaryum vulgare* Mart., qui fournit également une huile grasse, le suif d'Aouare, dont nous avons parlé p. 318.

Les deux variétés d'Elæïs n'ont pas la même importance au point de vue de la production de l'huile ; la première est la plus importante et la plus fertile. Elle fournit deux sortes d'huiles : l'*huile de palme* qui est extraite de la chair du fruit, et l'*huile de palmiste* qui est extraite du noyau, comme nous le verrons dans le courant de ce chapitre.

Le palmier africain (*E. guineensis*) est un arbre haut d'une

vingtaine de mètres, paré d'une épaisse couronne de feuilles pennées. Il produit des fruits groupés en grappes, gros comme une prune, jaunes ou rouges-bruns qui atteignent souvent le chiffre de 4.000. Chaque fruit est formé d'un sarcocarpe fibreux et huileux, et par un noyau renfermant une amande blanche et grasse. L'arbre commence à fructifier vers la septième ou la huitième année et reste fertile jusqu'à l'âge de 30 ans. Cet arbre est le plus important pour les indigènes : ses fruits constituent pour eux un aliment favori en même temps que deux articles de commerce de vente facile ; son feuillage leur fournit du matériel pour recouvrir les habitations, son tronc une boisson rafraîchissante et parfois enivrante.

La variété américaine (*E. melanococca*) se rencontre au Brésil, au Vénézuéla et dans la Nouvelle-Guinée ; son tronc, moins élancé, rampe en quelque sorte sur le sol, et ses racines tiennent tellement peu dans la terre que d'un coup de pied on peut parfois les en détacher. Ses fruits sont rougeâtres, d'où le nom de *Corozo colorado* donné à ce palmier par les habitants.

Ces arbres préfèrent un sol humide et de la chaleur pour fleurir et fructifier. Des bandes de terres situées sur la côte occidentale d'Afrique et s'étendant depuis le cap Bianco jusqu'à Saint-Paul-de-Loanda, sont couvertes d'immenses forêts de palmiers dont les fruits, depuis des siècles, sont restés inutilisés sur le sol. Les forêts de palmiers situées derrière la ligne côtière du cap Palmas sont, paraît-il, presque inépuisables ; il en est de même des environs de Fernando-Po, où d'immenses espaces sont couverts de palmiers. Jusqu'à une époque récente, ces arbres n'avaient été l'objet d'aucune culture systématique; actuellement, on cherche à donner de l'extension à leur culture, comme du reste à celle du cocotier. Un savant français, sur la foi de renseignements sérieusement contrôlés, a calculé qu'on pouvait récolter d'un hectare de palmiers 900 kilogrammes d'huile, soit un tiers de plus que la récolte d'huile

d'olives sur une surface égale. D'après Semler (1), une grappe de fruits fournit en moyenne 4 litres d'huile, et comme un palmier produit quatre régimes par an, cela fait 16 litres d'huile. A 100 palmiers par hectare, cela ferait donc 1.600 litres d'huile.

Voici, à titre de renseignement, la teneur en matière grasse des noyaux de palme des principales provenances, d'après Nordlinger (2) :

Noix de palme des pays d'exportation.	Teneur moyenne en matière grasse. 0/0		Teneur moyenne en matière grasse des noix de palme. 0/0
Sierra Leone, y compris Bananna (angl.)	48,6	Côte de Sierra Leone	47,5
Ile Sherbro (angl.)	46,7		
Liberia	49,4		
Grand-Bassam	50,2		49,5
Half Jacq (fr.)	50,8		50,8
Appollonia (angl.)	47,2	Côte d'Ivoire	48,7
Dixcove (angl.)	48,4		
Cape Cost Castle (angl.)	50,2		
Winnebach (angl.)	46,1		
Quitta (angl.)	48,4	Côte des Esclaves	49,9
Togo (all.)	52,1		
Togo (fr.)	49,3		
Lagos (angl.)	50,4	Golfe de Bénin	50,3
Benin (angl.)	49,8		
Niger (angl.)	50,5	Boucle du Niger	51,2
Brass (angl.)	52,5		
Calabar (angl.)	50,9		
Bonny (angl.)	51,0		
Opobo (angl.)	52,3		
Cameroun (all.)	49,0		49,0
Congo (Etat libre)	47,4		47,4
Loanda (portug.)	50,9	Angola	50,9

Production. — En 1840, on a importé en Europe 400 tonnes d'huile de palme, dont la majeure partie provenait de la région du fleuve Bonny. En 1880, les exportations de la côte occidentale d'Afrique étaient de 1.400 tonnes d'huile, sans compter

(1) *Die tropische Agrikultur.*

(2) *Zeitsch. f. angew. Chem.*, 1895, 19.

celles de coprah. Depuis cette époque, elles ont monté à plus de 100.000 tonnes par an, d'une valeur d'environ 45 millions de francs ; la plus grande partie de ces matières a été achetée par Marseille et par Hambourg.

En 1898, le Dahomey, à lui seul, a exporté 5.951 tonnes d'huile de palme ; en 1899, le chiffre s'est élevé à 9.477 tonnes, pour retomber à 8.761 en 1900, ce qui fait pour la troisième année une augmentation totale de 2.810 tonnes. En 1898, 48 p. 100 des exportations ont été expédiées en France ; en 1899, la proportion a été de 47 p. 100, mais, en 1900, elle s'est élevée à 71 p. 100.

Extraction de l'huile. — Lorsque les grappes sont mûres, on les coupe et on les entasse dans un trou creusé dans le sol, jusqu'à ce qu'on ait réuni une quantité suffisante de fruits pour en extraire l'huile. Pendant ce temps, les noix entrent en fermentation et produisent alors une huile âcre, tandis que les noix fraîches donnent une huile douce qui est payée un prix plus élevé sur les marchés d'Europe. La qualité de l'huile âcre est encore dépréciée par les impuretés qui se mélangent aux fruits pendant leur conservation et qu'on ne se donne pas la peine d'éliminer. Quand on a une quantité suffisante de noix, on les fait bouillir dans l'eau jusqu'à ce que l'enveloppe soit ramollie, ensuite on les pile dans des auges en pierre pour désagréger la fibre. On met alors les fruits en tas et les abandonne à eux-mêmes pendant douze heures : ils s'échauffent considérablement et laissent écouler une grande quantité d'huile. Quand celle-ci cesse de couler, on lave les noix dans l'eau chaude, on en sépare les fibres et on les presse à la main. D'autre part, on fait bouillir dans l'eau l'huile obtenue afin de l'épurer.

Ce procédé est défectueux. Pour obtenir le maximum de rendement en huile de qualité fine, il conviendrait de cueillir les fruits dès qu'ils ont atteint leur maturité et de les mettre en œuvre aussitôt cueillis. On ne doit pas les laisser fermenter, car la fermentation a pour effet de foncer la coloration de l'huile et de la durcir. La séparation des fibres par battage et

leur pression à la main est longue et donne de mauvais résultats ; cette méthode devrait être remplacée par la machine dans la première phase et par la presse hydraulique dans la seconde. Actuellement, on ne perd pas moins de 25 p. 100 de l'huile, d'abord par la séparation imparfaite des fibres de l'enveloppe dont une importante proportion reste adhérente aux noix, ensuite par le manque de force dans la pression qui ne parvient pas à extraire toute l'huile. Enfin, la dernière ébullition a pour effet de foncer la couleur de l'huile en proportion de l'élévation de la température.

L'huile de palme fraîche, pure, possède une odeur agréable et une couleur orange brillante ; mais, les huiles du commerce, par suite des défauts de fabrication, dégagent une odeur dont il serait difficile de donner une idée, et passent par tous les tons depuis le jaune d'or jusqu'au noir. Dans les provinces de l'Afrique occidentale, l'huile est encore par dessus tout falsifiée. A Salt Pond, les intermédiaires y mélangent une terre rouge fine d'une nature spéciale. Dans le district de Chama, on y mélange d'autres matières. Ces huiles contiennent souvent 10 à 15 p. 100 d'impuretés. Accra peut être considéré comme une ligne de démarcation entre les deux sortes ; l'huile fabriquée dans ce district et en allant vers l'Est est douce, tandis que celle fabriquée dans les environs situés du côté de l'ouest est âcre. Pour faire ressortir les effets de cette falsification, il suffit de rappeler que l'huile de Lagos, la plus pure de toutes, est toujours cotée 75 francs de plus par tonne que celle d'Accra, et 100 francs de plus que l'huile de Salt Pond (y compris celles de Winnebah, Appoin et Chama), soit une différence de 20 p. 100 entre la première sorte et la dernière de ces trois. L'huile de Lagos doit sa supériorité en partie à la qualité exceptionnelle de ses fruits ; mais il est hors de doute que si, à la Côte-d'Or, on adoptait le procédé de fabrication à froid employé à Lagos (au lieu du procédé par l'ébullition), l'écart de prix entre les huiles serait beaucoup moins élevé.

Après la fabrication de l'huile de palme, les noix conservent

toute leur valeur. Normalement, on obtient pour une tonne d'huile de palme 2 tonnes et demie de noix de palme. Celles-ci sont exportées en Europe et dirigées sur les huileries.

Propriétés physiques et chimiques. — L'huile de palme fraîche a une couleur jaune foncé ou jaune rougeâtre, une odeur de violette et une saveur aromatique ; elle rancit facilement au contact de l'air et prend alors une couleur pâle. A la température ordinaire, elle a la consistance du beurre frais ou du saindoux à l'état frais ; elle fond à 27-30° C ; quand elle a une consistance plus ferme, elle ne fond qu'à 35-36° C : dans le premier cas elle se concrète à 21° C, et dans le second à 27° C, en s'échauffant de 1°-1°5 dans les deux cas. Dans les huiles vieilles le point de fusion augmente jusqu'à 42°5 avec la quantité d'acides gras libres qui s'y sont formés. L'huile de palme se compose de palmitine et d'oléine. Même à l'état frais, elle se trouve plus ou moins dans l'état où les graisses sont dites rances, car elle contient une proportion plus ou moins grande d'acides gras libres, au lieu que ceux-ci soient combinés à la glycérine : ainsi, l'huile de palme fraîche contient 1/3 d'acides gras libres, celle fondant à 40° C en contient 4/5, qu'on peut séparer par pression de l'oléine, de la glycérine et de la palmitine non décomposée.

Chose curieuse, la quantité de glycérine mise en liberté par le rancissement diminue de nouveau dans l'huile de palme très vieille.

La cause de la rapidité et de la continuité de décomposition de l'huile de palme, décomposition qui pour cette huile est plus facile et plus rapide que pour toutes les autres matières grasses, doit être attribuée à la présence de différents éléments facilement décomposables empruntés à la noix de palme et qui, vraisemblablement, agissent comme ferments.

L'huile de palme est peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble dans l'alcool bouillant, mais en refroidissant l'excès d'huile se dépose de nouveau. Elle est facilement et complètement soluble dans l'éther. Sa densité est de 0,945 à 15° C.

Elle se saponifie facilement avec les alcalis et fournit un savon jaune. La matière colorante n'est donc pas détruite, mais elle peut l'être facilement par l'action de l'air, de la lumière, de la chaleur et par les agents d'oxydation, tels que le chlore, l'oxygène, les acides forts ; elle ne peut être extraite ni par l'alcool, ni par l'eau, car elle n'est pas en suspension dans l'huile, comme dans le beurre de muscades et de laurier, mais à l'état de dissolution.

A 115° C l'huile de palme, par suite de la présence d'un peu d'eau adhérente, se met à bouillonner, ce qui dure jusqu'à la température de 190° C. Dès 140° C, elle commence à former des vapeurs blanches, d'odeur âcre qui, à 190° C, deviennent très gênantes, bien qu'elles ne proviennent pas d'acroléine ; elles constituent une quantité pondérale peu importante et ne déterminent pas de bouillonnement à 200° C, ni même à 240° C. L'huile de palme ainsi chauffée ne montre plus, après refroidissement, aucune trace de la couleur jaune-rouge, mais elle paraît blanche avec nuance brunâtre, qui provient des restes de matières végétales contenues dans l'huile et qui ont été décomposées par la chaleur. La décomposition de la couleur jaune-rouge est ici indépendante de l'air et de la lumière, car elle s'accomplit en vase clos aussi bien qu'en vase ouvert.

A 300° C l'huile commence à bouillir et se décompose ; elle dégage une odeur d'acroléine et d'acides gras.

Blanchiment de l'huile de palme. — 1° Pour blanchir l'huile de palme par l'action de l'air et de la lumière, on la chauffe à une température de 100° C et on l'expose à l'air autant que possible à cette température, en se servant des dispositifs mécaniques nécessaires. Le plus simple est de remplir d'huile fondue un tamis à mailles fines, fixé à une poutre en bois, de le soulever vivement en l'air, ce qui fait retomber l'huile en jets finement divisés dans la chaudière et les met en contact avec l'air atmosphérique. En répétant cette manœuvre pendant un certain temps, on finit par blanchir l'huile, quoique imparfaitement. Une meilleure méthode consiste à se servir

d'une roue hydraulique qui plonge dans l'huile jusqu'à la moitié de son diamètre. Si on la fait tourner, ses aubes ou ses palettes enlèvent en l'air des couches d'huile et les laissent retomber en jets divisés dans la chaudière. Mais les procédés de blanchiment par l'air et la lumière sont peu employés.

2° Henry Atkins blanchissait les huiles au moyen du chlore ou des composés chlorés qui se dégagent lorsqu'on décompose le chlorate de potasse ou tout autre chlorate par l'acide chlorhydrique ou tout autre acide minéral ; il appliquait ce procédé surtout à l'huile de palme.

On prend l'huile de palme telle que la livre le commerce, on la place dans l'eau et l'on chauffe jusqu'à ce que l'huile soit en fusion parfaite. On ajoute, soit avant, soit après le chauffage, du chlorate de potasse à l'eau, et lorsque l'huile est fondue, on introduit de l'acide chlorhydrique ou tout autre acide minéral, et l'on maintient en ébullition le mélange de corps gras, d'eau, de chlorate et d'acide. Le chlore ou les composés chlorés qui proviennent de la décomposition arrivent au contact des corps gras et les décolorent. Quoique l'opération soit préférable au sein de l'eau, on peut cependant l'effectuer directement, sans l'intermédiaire de ce liquide, et en mélangeant simplement les substances. Les quantités qui semblent devoir donner les meilleurs résultats sont les suivantes : pour une tonne d'huile de palme, 300 livres d'eau, 40 livres de chlorate de potasse et 100 livres d'acide chlorhydrique. Ces quantités varient naturellement avec le degré de coloration de l'huile de palme. La durée de l'opération varie de dix minutes à une demi-heure. (Brev. 1855.)

3° MM. J.-L. Garle et C.-C. Frye ont pris un brevet (1898) permettant, suivant eux, de décolorer l'huile de palme de façon plus rapide, plus économique et plus absolue que jusque-là. Ce procédé consiste à maintenir l'huile à l'état fluide et à y faire passer de l'ozone, de l'oxygène ou de l'air ozoné. A cet effet, on met une certaine quantité d'huile de palme dans un récipient et on la fait fondre par le chauffage à la vapeur ou

par tout autre moyen, en ayant soin de ne pas dépasser 100° C. On la retire ensuite du récipient qui a servi à la chauffer et on la décante dans un appareil dans lequel on maintient le degré de chaleur nécessaire pour lui conserver sa fluidité. La matière, après avoir été suffisamment filtrée, est ensuite versée dans un vase fermé, muni d'un robinet et chauffé par la vapeur, par le gaz ou tout autre moyen. Ce vase est muni à sa partie inférieure d'un grillage ou d'un tuyau perforé en spirale, ou tout autre dispositif du même genre, qui se rattache à une pompe ou à un injecteur chargé de faire pénétrer à travers la matière fluide l'ozone, l'oxygène ozoné ou l'air ozoné qui, de préférence, sera aussi pur que possible, bien qu'il puisse contenir sans inconvénient une petite proportion de vapeur d'oxydes azotés, tels que peroxyde d'azote ou oxyde d'azote. On continue ce traitement jusqu'à ce que la décoloration voulue soit effectuée, en ayant soin de maintenir la matière à une température qui la maintienne fluide sans dépasser 100°. La meilleure température est celle qui suffit pour fondre l'huile et la maintenir liquide.

On peut aussi y introduire par aspiration l'ozone, l'oxygène ozoné ou l'air ozoné.

PROCÉDÉ POUR SÉPARER L'OLÉINE DE L'HUILE DE PALME

Pour séparer l'oléine fluide de la stéarine solide, Newton emploie la simple pression, sans avoir recours à la saponification ou à l'emploi d'acides. Il commence par fondre l'huile de palme, puis il la laisse refroidir lentement. Les cristaux qui se forment sont soumis à une première pression qui en sépare une certaine quantité d'oléine ; les parties solides sont fondues de nouveau et soumises à une seconde pression plus énergique. On obtient ainsi une stéarine parfaitement pure et d'une dureté suffisante.

Voici quels sont les détails de l'opération :

On se procure de l'huile de palme déjà épurée et blanchie,

et on la verse dans un récipient de fer ou de toute autre matière, et on la fait fondre à la température de 100° C, laquelle est maintenue pendant une heure ; ensuite on met la matière dans des baquets où elle se refroidit lentement. Aussitôt que les cristaux sont formés, on les enlève, on les enveloppe dans une étoffe de laine dite *malfil*, après les avoir divisés par portions de 8 ou 15 kilogrammes, suivant les dimensions de la presse qu'on emploie (presse hydraulique). On soumet d'abord la matière à une faible pression qui en sépare à peu près 1/3 de l'oléine qu'elle contient : les deux autres tiers se composent de la portion solide qui reste dans l'étoffe de laine.

L'huile de palme contenant 60 p. 100 d'oléine et 30 p. 100 de stéarine, on voit que la moitié seulement de l'oléine a été extraite par la première pression ; c'est pourquoi il faut soumettre la matière à une seconde pression plus énergique. A cet effet, on fait fondre la stéarine à 100° C, comme précédemment, pendant deux ou trois heures ; après quoi on la verse dans des vases en bois pour refroidir lentement et produire de nouveaux cristaux : ceux-ci, divisés par paquets de 8 à 15 kilogrammes, sont enveloppés d'une étoffe de laine et placés dans des scourtins en crin chauffés, puis portés à la presse dans laquelle les scourtins sont séparés par des plaques également chauffées.

Au sortir de cette seconde pression, les gâteaux sont entièrement purgés d'oléine. Cette substance, n'ayant point éprouvé l'action des agents chimiques, pourra être avantageusement employée à la fabrication du savon ; dans ce cas, on la blanchit par les moyens ordinaires. (*Bullet. Soc. d'Encouragement*, 1845.)

HUILE DE PALMISTE

L'huile de palmiste, avons-nous dit plus haut, est le nom donné à celle qu'on extrait des noix de palme. Pour l'extraire.

on réduit les noix à l'état de pâte dans des broyeurs cylindriques ; on chauffe la pâte à 80-90° et on la met sous presse.

Le broyage avant la pression a une grande importance et demande à être exécuté soigneusement. Plus la matière est broyée finement, plus le travail de pression sera facile et le rendement élevé, comme c'est d'ailleurs le cas pour toutes les graines oléagineuses. La teneur élevée de ces matières en huile et la présence d'une importante quantité d'albumine végétale rendent leur broyage excessivement difficile : on n'obtient tout d'abord qu'un broyage imparfait avec les broyeurs cylindriques ; mais après la première pression on remet en broyage dans des meules qui rendent alors d'excellents services.

Pour la pression, il vaut mieux employer des presses à plaques chauffées. Par suite des difficultés que nous venons de signaler, beaucoup de fabricants préfèrent extraire l'huile de palmiste par diffusion au moyen de l'éther de pétrole ou du sulfure de carbone. L'huile ainsi obtenue est moins colorée que celle obtenue par pression.

Comme l'huile de pression contient une importante proportion de mucilage et de matières albuminoïdes, il faut la laisser longtemps en repos à l'état liquide pour la clarifier. L'épuration par l'acide sulfurique est trop difficultueuse ; c'est pourquoi on se sert d'appareils spéciaux pour la filtrer et la décanter.

Comme nous l'avons fait observer, l'huile de palme extraite par diffusion a une couleur blanche, celle de pression une couleur grise ou jaunâtre. A l'état solide, cette huile a une consistance légèrement granuleuse, une saveur douce et une odeur agréable ; elle rancit facilement, mais moins rapidement que l'huile de palme ; elle contracte alors une odeur âcre analogue à celle de noix de coco.

Sa densité est de 0,952 à 15° C ; elle fond à 25-26° C et se congèle à 20°5 en remontant de 2°5. L'huile vieille fond à 27-28° C. Elle est presque insoluble dans l'alcool froid, un peu

plus soluble dans l'alcool bouillant, et soluble à clair dans trois parties d'éther.

Elle se compose de palmitine et d'oléine; fraîchement extraite, elle ne contient pas d'acides gras libres, ceux-ci ne se forment qu'au bout de quelque temps.

Les tourteaux de palmiste constituent un excellent aliment pour le bétail. Le docteur Voelker, qui en a fait des analyses, dit que ces tourteaux dépassent en valeur tous les autres au point de vue nutritif; voici les chiffres fournis par l'analyse :

Eau	7,49
Huile grasse	26,57
Matières albuminoïdes	15,75
Amidon, gomme, sucre, etc	37,89
Fibres brutes	8,40
Cendres	3,90

Les cendres des tourteaux contiennent, d'après Schædler :

Potasse	19,10 0/0
Soude	0,88 »
Magnésie	17,19 »
Chaux	11,96 »
Oxyde de fer, etc	3,54 »
Chlore	0,22 »
Acide sulfurique	2,02 »
Acide silicique	2,94 »
Acide phosphorique	42,15 »
	100,00 0/0

PROCÉDÉ POUR RECONNAITRE LA PURETÉ DES HUILES DE COPRAH (COCO) ET DES HUILES DE PALMISTE, d'après E. Milliau (1). — A 30-31° C, l'huile de coprah (coco) pure est soluble dans deux fois son volume d'alcool absolu. A la même température, l'huile de palmiste est soluble dans quatre fois son volume d'alcool absolu.

Additionnées d'huiles végétales ou de graisses animales peu solubles (addition au vingtième et au-dessous), l'une et l'autre

(1) *Bullet. Soc. d'Encouragement*, février 1893.

deviennent presque insolubles dans les mêmes quantités d'alcool absolu ; l'action dissolvante de ce dernier ne détermine pas le fractionnement des parties, le mélange ayant acquis une solubilité qui lui est propre et nullement dépendante des proportions de matières grasses solubles et insolubles qui le composent.

Ces différences de solubilité permettent de vérifier avec précision la pureté de ces huiles concrètes, dont l'analyse chimique ne donne souvent que des résultats incertains et quelquefois contradictoires, surtout pour de faibles mélanges.

Mode opératoire. — On agite dans un tube à essai gradué en centimètres cubes, pendant une minute, 20 cm³ de l'huile à examiner avec 40 cm³ d'alcool à 90°.

L'huile dépouillée de ses acides gras libres et de ses impuretés se dépose dans le fond du tube. Ce traitement préliminaire indispensable peut donner certaines indications.

L'alcool à 95° absorbe une certaine quantité de matières grasses neutres et l'huile dissout elle-même de 15 à 20 p. 100 d'alcool.

Le pouvoir dissolvant de l'huile diminue sensiblement par l'addition d'huiles insolubles, tandis que celui de l'alcool augmente par l'addition d'huiles solubles dans l'alcool à 95° : ricin, résine, etc., huiles qu'on peut alors facilement caractériser par leurs propriétés physiques et chimiques très tranchées.

Deuxième opération. — Dans un tube à essai, gradué en centimètres cubes, on traite 5 cm³ de l'huile de coprah lavée à l'alcool à 95° par 10 cm³ d'alcool absolu, et l'on place le tube dans un bain-marie chauffé très exactement à 30-31° C. Après quelques instants d'immersion, on agite vivement le tube pendant 30 secondes et on le replace dans le bain-marie.

L'huile de coprah pure se dissout complètement et la solution alcoolique est parfaitement limpide. L'huile de coprah additionnée d'huiles insolubles (falsification la plus fréquente), arachide, sésame, coton, maïs, etc., ne se dissout pas sensiblement et forme une masse trouble avec l'alcool absolu dont elle

se sépare rapidement pour tomber en fines gouttelettes au fond du tube où elle vient se rassembler. L'huile de coprah contenant de l'huile de palmiste se précipite, lorsque la proportion du mélange atteint 20 p. 100; au-dessous, la masse reste trouble.

La vérification de l'huile de palmiste se fait, comme il vient d'être dit, en mettant 20 cm^3 d'alcool absolu au lieu de 10, et en opérant toujours avec 5 cm^3 d'huile à la température de de 30-31° C.

5 cm^3 d'huile de palmiste contenant 20 p. 100 d'huile de coprah et au-dessus se dissolvent dans 15 cm^3 d'alcool absolu dans les mêmes proportions; l'huile pure ne se dissout pas complètement et le mélange reste trouble.

La pureté des tourteaux de coprah et de palmiste se constate en extrayant par un dissolvant quelconque une quantité suffisante d'huile qu'on traite de la même manière (1).

L'adultération des huiles de coprah et de palmiste peut causer les plus graves préjudices à la savonnerie française, qui en consomme annuellement près de 100 millions de kilogrammes et à l'agriculture qui utilise les tourteaux pour ses besoins.

Note. — La Société dite *Colonie française de Charly* (Guinée française) a pris, en 1895, un brevet (n° 241.589) ayant pour objet un traitement des fruits de palmier en vue de l'extraction des huiles qu'ils contiennent. Ce procédé consiste : 1° à détacher le fruit mûr de son régime ; 2° à le conserver à l'abri de la fermentation en l'emmagasinant dans des silos ou magasins élevés en bois ou en briques ; 3° à extraire l'huile au moyen du sulfure de carbone, ce qui donne l'huile jaune, puis à dessécher les noyaux dans des étuves, et ensuite à broyer ces noyaux et à traiter l'amande par du sulfure de carbone pour

(1) Si au lieu d'opérer à une température plus basse la préparation doit être augmentée à 25-26° par exemple, il faut la dédoubler, et mettre pour 5 cm^3 d'huile de coprah ou de palmiste 20 cm^3 d'alcool dans le premier cas et 40 cm^3 dans le second.

retirer l'huile blanche. Le résidu est employé comme aliment pour le bétail, ou comme engrais.

HUILE DE RIZ

C.-A. Brown a étudié un certain nombre d'échantillons d'huile extraite, soit du riz lui-même, soit du son ou de la farine de riz (1). Cette dernière contient le gluten et le germe du grain ; quand elle n'est pas falsifiée par un mélange de son, elle contient environ 15 p. 100 d'huile. Les constantes chimiques et physiques d'une huile extraite d'un échantillon de son riz sont les suivantes :

Densité	0,8907
Point de fusion	24°
Indice d'acidité	166,2
Indice de saponification	193,5
Indice d'éther	27,3
Indice d'iode	91,65
Indice Reichert-Meissl	1,1
Poids moléculaire moyen des acides gras insolubles	289,3
Point de fusion des acides gras insolubles	36°

Cette huile était mi-solide pendant l'hiver, elle commençait à fondre à environ 24°, mais ne devenait complètement transparente qu'à 47°. Elle se liquéfiait partiellement pendant les chaleurs de l'été ; elle se présentait alors avec une coloration brunâtre et contenait un dépôt de matière grasse cristalline. L'indice d'acide, très élevé, correpond à 83,5 p. 100 d'acide oléique libre.

En étudiant la valeur alimentaire de différents produits du riz, l'auteur remarqua que les bêtes manifestent souvent de la répugnance pour le son ou la farine de riz. Ce fait provient de sa facilité à rancir par suite de sa teneur en lipase. L'auteur a obtenu pour l'huile de riz, donnée avec du son et de la farine

(1) *Journ. Amer. chem. Soc.*, 1903, p. 948.

de riz, les coefficients de digestibilité suivants sur deux taureaux (nos 1 et 2) :

	Son de riz Huile digérée.	Farine de riz Huile digérée.
N° 1......	52,0	66,0
N° 2......	57,5	81,2
Moyenne..	54,8	73,6

BEURRE DE CACAO

On l'extrait des graines du Cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) et de ses dérivés, tels que *Th. bicolor* Humb., *Th. angustifolium* Sessé, *Th. biocarpum* Bern., *Th. pentagonum* Bern., *Th. Microcarpum* Mort.

Les fruits de cacaoyer se composent d'environ 12 p. 100 de coques, et 88 p. 100 d'amandes ou fèves qui contiennent 45 à 55 p. 100 d'huile.

Autrefois, on faisait bouillir les fèves, grillées et broyées, dans dix fois leur quantité d'eau, on décantait la graisse surnageant le liquide et on pressait le résidu. Ce procédé est abandonné. D'après la méthode actuellement suivie, les fèves sont grillées, débarrassées de leur enveloppe, moulues finement, la masse est chauffée à 60° — 70° C, mise en sacs de toile et pressées dans des presses chauffées par la vapeur ; l'huile recueillie (30-35 p. 100) est filtrée dans des filtres bien secs ; les résidus de pression qui contiennent 10 à 15 p. 100 de matière grasse sont transformées en chocolat. Pour obtenir du cacao complètement dégraissé, on traite les fèves broyées par diffusion au moyen d'éther ou de benzine.

A l'état frais, le beurre de cacao est blanc jaunâtre, au bout de quelque temps il devient blanc ; écrasé sur la langue il a une saveur douce, agréable et une faible odeur de cacao ; on lui fait perdre l'odeur et la saveur par une ébullition avec de l'alcool. Il se conserve très longtemps sans rancir.

Il a une consistance ferme et bout à 30° C, certaines sortes bouillent à 25°, d'autres à 27° ou 28° ; sa densité varie de 0,890 à 0,900 à 15° C. Il se congèle à 20°5, est très soluble dans l'éther, l'éther acétique, le chloroforme, l'essence de térébenthine, dans l'alcool absolu bouillant qui, au refroidissement, en retient 1,5 p. 100.

Le beurre de cacao se compose principalement des glycérides des acides stéarique et oléique, avec un peu d'acides palmitique et arachidique. Il est très saponifiable ; les acides gras qu'on en sépare fondent à 15° C.

Etant donné le prix relativement élevé du beurre de cacao, il est souvent falsifié par le mélange de stéarine, de paraffine et de suif de bœuf. Son point de fusion ne doit pas être inférieur à 25° ni supérieur à 30° ; cette particularité, jointe à l'odeur et à la saveur caractéristiques du beurre de cacao, constitue le meilleur moyen de contrôle. S'il est mélangé d'huiles grasses, il fond à une température inférieure à 25° ; si, au contraire, il est mélangé avec une des matières ci-dessus, il fond au-dessus de 30°.

Le beurre de cacao est obtenu comme sous-produit dans toutes les fabriques de chocolat. Il est employé en savonnerie, en parfumerie, et en pharmacie pour la confection de suppositoires, etc.

SUIF VÉGÉTAL DE LA CHINE

Ce suif est extrait des graines de *Stillingia sebifera* Juss. *Croton sebiferum* L. L'arbre qui les produit est originaire de la province de Thsce Kiang en Chine, d'où se culture s'est répandue dans les Indes anglaises, le Pendjab, et même dans les Indes occidentales.

C'est un petit arbre à feuilles rhombiques ou ovoïdes larges nerveuses, à pointe assez longue ; ses fruits sont des capsules sèches, un peu arrondies, pointues, grosses comme des noi-

settes, longues de 10 à 12 millimètres et contenant trois graines. L'enveloppe de la graine est entourée d'une couche épaisse de matière dure, analogue au suif, tandis que l'amande ou graine contient une huile liquide.

Les graines fournissent de 20 à 30 p. 100 de suif qui est fondu en pains de 40 à 45 centimètres de diamètre, et 12 à 15 p. 100 d'huile.

Les capsules mûrissent en Novembre-Décembre ; on les récolte et les sépare de leurs péricarpes. Les graines sont mises dans des cylindres en bois perforés de nombreux trous et traitées à la vapeur d'eau : le suif qui s'en écoule est fondu de nouveau et filtré ; il est alors pur et de consistance ferme.

Les graines résiduelles sont ensuite broyées dans des mortiers en pierre, la masse obtenue est chauffée avec un peu d'eau, puis pressée : on en obtient une graisse liquide appelée Tin-Yu ; elle est siccative et sert à la fabrication des vernis et pour l'éclairage.

Un autre procédé souvent employé consiste à broyer du premier coup les fruits entiers dans des mortiers en pierre, à les traiter par la vapeur et les presser. Le suif ainsi obtenu est moins ferme.

Le suif obtenu par le premier procédé est blanc pur ou blanc verdâtre, inodore, assez ferme et ne produit qu'une tache faible sur le papier ; il a une densité de 0,918 à 15° C et fond à 44°5 ; il se compose principalement des glycérides de l'acide palmitique et d'un peu d'acide stéarique.

Le suif obtenu par le second procédé constitue une masse blanche légère, faiblement odorante, qui au bout de quelque temps de conservation devient jaune ou brune et accuse une faible réaction acide produite par la présence d'acides acétique et propionique. A 15 degrés il a une densité de 0,915, fond à 35° C et ne redevient solide qu'à 22° C. (Schædler).

En Chine on l'emploie pour la fabrication des bougies dans le rite bouddhique. En Angleterre on en fabrique du savon et des bougies.

II. — Huiles siccatives.

HUILE D'ASPHODÈLE

M. A. Ghose a étudié récemment les graines d'une variété d'asphodèle (*Asphodelus tenuifolius*, Liliacées), qui végète à l'état sauvage dans les provinces septentrionales de l'Inde (*Agricultural Ledger*, 1902, 7). Pendant la famine, ces graines servaient de nourriture aux indigènes. Les graines analysées contenaient environ 26 p. 100 de matières albuminoïdes, 17 p. 100 d'hydrates de carbone et 25 p. 100 d'huile; les autres éléments se composent d'eau, de cendre et de fibres. On n'y a pas découvert d'alcaloïdes. L'huile qu'on en a extrait avait un indice de saponification de 108,7. Elle est siccative. Les graines sont employées dans la médecine par les indigènes; on leur attribue une action diurétique.

HUILE DE NOIX DE BANCOUL (1)

(Huile de noix chandelle. — Huile de noix Belgaum. — Huile de Kakui).

L'huile de bancoul est extraite des noix de bancoul, appelées aussi noix de Kemiri, et produites par un arbre des régions tropicales de l'ancien continent : l'Inde méridionale, l'île de Ceylan, la Chine, la Cochinchine. Cet arbre est abondamment répandu dans les îles Moluques, Java, les îles de la Société, les îles Sandwich, les Philippines, la Réunion, la Martinique et la Nouvelle-Calédonie. Le nom botanique de cet arbre est *Aleurites moluccana*. = *Aleurites ambinux* Wild. = *Aleu-*

(1) Cf. de Negri. *Moniteur scientif.*, 1899, p. 58. — J. Lewkowitch. *Chem. Review.*, 1901, 8ᵉ fasc. — Semler. *Die tropische Agrikultur.*

rites triloba Foers. = *Croton moluccanum* L. = *Juglans camirium* Lour. = *Jatropha moluccana* (Euphorbiacées).

Le fruit de cet arbre est constitué par un gros drupe charnu, recouvert d'une gomme et contenant deux graines très dures, terminées en pointe, aiguës au sommet, arrondies à la base et présentant deux bosses. La surface est assez inégale et recouverte d'une sorte de pellicule formée par un exsudat blanc.

L'épiderme est noirâtre, excessivement dur et recouvre une amande blanche, charnue, compacte, d'une saveur agréable et contenant 60 à 66 p. 100 d'huile. Les indigènes utilisent directement les graines pour l'éclairage : ils en enfilent une douzaine sur un morceau de bois et allument cette bougie improvisée qui, paraît-il, brûle pendant quatre heures.

Sur les lieux même de production, l'huile s'obtient en soumettant les amandes à la pression ou à l'action de l'eau bouillante ; elle y est largement employée par les indigènes et constitue un important article d'exportation. Les îles Sandwich surtout en tirent un grand bénéfice ; dans ce pays, à en croire Simmonds, 31 gallons et demi de noix fournissent 10 gallons d'huile, appelée huile de *coucoui*.

Les auteurs ne sont pas d'accord sur les propriétés caractéristiques de cette huile ; ceci provient de ce qu'ils ont examiné des huiles provenant de diverses sources et dont la vraie origine n'était pas toujours exactement connue. En outre, d'autres variétés ou espèces d'arbustes fournissent également de l'huile, notamment l'huile de bois du Japon et de la Chine (extraite des graines d'*Aleurites cordata*), huile dont les propriétés diffèrent complètement de celle qui nous occupe ici, ainsi qu'on le verra plus loin (1).

Le traitement par l'éther fournit un rendement de 62,25 p. 100 d'une huile limpide, brillante, jaune pâle, rancissant fa-

(1) Il existe dans la littérature au sujet des différentes huiles d'aleurites une confusion regrettable que nos savants, espérons-le, ne tarderont pas à dissiper.

lement et assez siccative, à un degré moindre cependant que l'huile de bois. D'après Benedikt, l'huile de Kimiri cuite est beaucoup plus siccative que l'huile de lin cuite (1).

L'huile est soluble dans l'éther sulfurique, l'éther de pétrole et le chloroforme ; elle ne se dissout pas dans l'alcool absolu à froid et n'est que très faiblement soluble dans l'alcool bouillant. Elle est insoluble dans l'acide acétique glacial à froid, mais soluble dans un égal volume d'acide bouillant. Elle se laisse facilement saponifier à la potasse alcoolique et le savon obtenu est complètement soluble dans l'eau.

Cette huile renferme de la linoléine, de la stéarine, de la palmitine, de la myristine et de l'oléine. Elle est excellente pour l'éclairage (meilleure que l'huile de colza), pour la fabrication des vernis et des couleurs à l'huile. Enfin elle peut être employée pour la fabrication des savons ; elle serait même préférable sous ce rapport à l'huile de lin et à l'huile de chanvre.

Voici les principales constantes de cette huile :

	Huile extraite avec	
	Ether	Ligroïne
	—	—
Densité à 15° C	09,26	0,920 (Cloez, 0,923)
Point de congélation de l'huile	liquide encore	à — 18° C.
Point de fusion des acides gras	20-21	»
Point de congélation des acides gras	13°	»
Indice de saponification de l'huile	187,36	184
Indice d'iode de l'huile	139,34	136,29
Indice d'iode des acides gras	144,13	142,71
Indice de réfraction (Zeiss-Wollny, 15°)	»	76-76,5

Les propriétés de l'huile de Kemiri diffèrent de celles de l'huile de bois, pour laquelle de Negri et Sburlati ont trouvé un indice de saponification de 155,6 et un indice d'iode de 159.

Le point de fusion ainsi que le point de congélation des acides gras diffèrent aussi considérablement.

(1) D'après J. Lewkowitch elles fournissent 58,6 p. d'huile par diffusion.

Les tourteaux, impropres à l'alimentation du bétail, constituent un excellent engrais. Leur composition est la suivante, d'après Schædler.

	Indiens		de Taïti	
	—		—	
Huile,..................	8,98 0/0		9,20 0/0	
Matières organiques....	75,04 »		74,24 »	
dont matières protéiques		52 0/0		51,70 0/0
Cendres................	8,96 »		9,36 »	
Eau....................	7,07 »		7,20 »	

Les cendres ont la composition suivante :

	Graines de Bancoul	Tourteaux
	—	—
Potasse...............	17,25 0/0	20,20 0/0
Soude.................	0,42 »	1,30 »
Magnésie.............	15,18 »	16,26 »
Chaux................	13,06 »	8,39 »
Oxyde de fer..........	0,09 »	2,50 »
Chlore................	0,05 »	1,03 »
Acide sulfurique.......	0,26 »	0,84 »
— silicique.........	5,13 »	5,00 »
— phosphorique...	48,61 »	44,48 »
	100,00 0/0	100,00 0/0

HUILE DE BELLADONE

La belladone (*Atropa belladonna*, Solanées), plante vénéneuse bien connue, produit des baies dont les graines contiennent de l'huile grasse. Celle-ci est obtenue par expression, tandis que la matière vénéneuse reste entièrement dans les tourteaux qui n'ont, d'ailleurs, aucune valeur. L'huile est employée pour l'éclairage et aussi en pharmacie. Elle est jaune d'or, inodore et d'une saveur douce. Sa densité à 15° est de 0,925 : elle se congèle à — 27°, et sèche très lentement.

HUILE DE BÉRAF OU BÉREFF

Cette huile est extraite des graines du melon d'eau (*Cucurbita citrullus*), qui abonde sur les côtes d'Afrique ; elles en contiennent jusqu'à 30 p. 100.

L'huile est jaune clair, très fluide ; on l'emploie comme huile comestible et pour la fabrication du savon. Les graines du melon (*Cucumis melo*), fournissent également une huile jaune clair, inodore et de saveur agréable.

HUILE DE BOIS DE CHINE (Tung oil).

Cette huile est extraite des graines d'*Aleurites cordata* (Euphorbiacées), arbre originaire de la Chine et du Japon.

L'huile de bois est fabriquée en grandes quantités en Chine et constitue un des plus importants articles de commerce de ce pays. Elle y est employée à rendre le bois imperméable à l'humidité, à calfater les barques, à vernir les meubles et imperméabiliser les tissus (1). L'arbre qui la fournit, appelé en Chine *Yyng-tza-tung*, atteint trois à huit mètres de haut ; il croît dans les terrains pierreux et réussit particulièrement dans le Yunam, à Hupech et à Szechuen.

Un arbre de taille moyenne rapporte 45 à 90 kilogrammes de fruits à quatre et cinq graines vénéneuses, contenant 35 p. 100 d'huile. Les arbres rapportent de bonne heure et n'exigent aucun travail d'entretien.

On récolte les fruits en août et septembre ; on en extrait

(1) D'où les noms de *Aleurites vernicia*, Spreng. *Vernicia montana*, Lour. *Dryandra vernicia*, *Rhus vernicia*. Dabry de Thiersant, consul de France à Canton (1876), dit que l'huile d'*Aleurites cordata* et le vernis du *Rhus vernicia* servent à fabriquer la laque du Japon, si réputée dans le monde entier.

l'huile par pression. A cet effet, les noix sont d'abord séchées soigneusement, puis torréfiées sur le feu dans une marmite plate, ayant environ 0 m. 60 de diamètre (le Reis-kwo des Chinois) ; elles sont broyées entre deux pierres et la matière est soumise à la pression dans une presse en bois. L'huile qui s'en écoule est ensuite filtrée.

On obtient deux sortes d'huiles : l'huile blanche, extraite par pression à froid, et l'huile noire, extraite par pression à chaud.

Les résidus, débarrassés de leur huile, sont carbonisés et servent à la fabrication de l'encre de Chine. L'huile fraîchement préparée est excessivement vénéneuse.

Il y a une grande différence, d'après Lewkowitsch, entre l'huile de bois de Chine et celle du Japon. L'huile chinoise est la meilleure ; on l'appelle *Tung oil*, pour ne pas la confondre avec celle du Japon. Les propriétés siccatives de cette huile sont excellentes, mais elle ne peut remplacer l'huile de lin dans tous ses usages. Elle possède la propriété de se dessécher en une masse opaque, solide, et constitue un excellent enduit protecteur. Son odeur particulière s'oppose à son emploi dans l'intérieur des habitations, mais pour l'extérieur cet inconvénient n'existe pas (1).

On a pris un grand nombre de brevets pour l'emploi de l'huile de Tung en mélange avec de l'huile de lin, la résine, la gomme, bref avec tout ce qui est susceptible de former un enduit solide, et les produits ainsi fabriqués étaient vendus comme vernis ou comme succédanés de la cire, etc. Jusqu'à présent, l'huile de Tung n'a pas été beaucoup employée dans les arts. La raison en est bien simple : la nature exacte de l'huile de Tung est à peu près inconnue. Théoriquement, pensait-on, toute huile siccative doit contenir les acides linoléique et linolé-

(1) F. Ulzer (Fett u. Harzindustr., 1901, 8), a établi une série d'essais dans le but de débarrasser l'huile de son odeur désagréable, mais tous ses efforts ont échoué.

nique, dont la présence peut être démontrée par la séparation de l'hexabromure de l'acide linolénique ; mais, cet espoir ne s'est pas réalisé, car jamais on n'a trouvé les hexabromures dans l'huile de bois, ce qui explique jusqu'à un certain point pourquoi elle n'est pas aussi bonne que l'huile de lin. Du reste, au Japon, on emploie également l'huile de lin, et l'huile de bois n'est employée qu'aux usages communs, par exemple, pour enduire les ombrelles en papier. Aux Indes, on se sert de l'huile de résine pour cet usage.

On s'est efforcé, il y a quelques années, de créer un courant commercial pour les fruits de l'aleurites sur le marché français, mais on parait s'être heurté à des difficultés d'un ordre particulier : on n'aurait pas encore trouvé de machines propres à décortiquer les fruits ; or, cette condition paraît indispensable pour leur transport économique, car l'écorce pèse deux fois plus que l'amande qu'elles recouvrent. Leur transport à l'état non décortiqué reviendrait trop cher; en outre, le décortiquage à la main, à l'aide d'un marteau, serait trop long, l'huile reviendrait à un prix trop élevé.

Propriétés physiques et chimiques. — L'huile de bois a été étudiée par Cloez (Bullet. Soc. chim. XXVI, 286 ; XXVIII. 23) et récemment par d'autres savants. Mais, il existe dans ces travaux une grande confusion, parce que leurs auteurs, qui semblent avoir travaillé sur des échantillons d'huiles d'*Aleurites moluccana* ou de bancoul, ne nous renseigent pas sur l'espèce botanique qui a fourni les huiles. Rowland William (1) a eu l'occasion d'examiner une dizaine d'échantillons d'huile de bois du Japon, prélevés sur d'assez grosses quantités expédiées en consignation. Ces huiles avaient été reçues à des époques différentes et provenaient de sources diverses. La plupart des échantillons étaient très claires, de couleur jaune pâle ou jaune d'or, quelques-uns avaient une couleur foncée et un aspect trouble. Les résultats fournis par les analyses sont consignés

(1) Cf. *Monit. scient*, 1897, p. 678.

Constantes des huiles des bois de Chine.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jenkins
Densité à 15°5 C....	0,9426	0,9413	0,9420	0,9418	0,9425	0,9431	0,9432	0,9416	0,9425	0,9426	0,9423	0,9421	0,9385
KOH absorbé......	19,28	19,07	19,36	19,25	19,61	19,36	19,38	19,13	19,15	19,47	19,19	19,37	19,40
Acides gras libres °/₀ (Acide oléique)...	5,05	3,55	5,30	4,80	2,95	3,05	2,95	2,85	3,90	3,85	2,70	2,95	3,84
Indice thermique de brome(Hehner)°C.	27,1	26,7	27,3	27,6	26,9	26,80	26,80	27,2	27,1	27,1	27,4	27,5	23,4
Absorption d'iode (Hübl) °/₀........	»	157,36	155,37	»	»	»	»	»	»	161,80	165,60	»	165,70
Absortion de brome °/₀...........	93,57	93,14	96,10	104,30	98,44	100,86	100,73	100,70	97,80	98,60	96,58	93,87	»
— d'oxygène °/₀	7,17	5,57	6,48	6,06	4,71	5,66	6,45	4,24	6,76	5,79	4,92	5,19	»
Matière insaponifiable °/₀............	0,52	0,49	0.69	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,44
Acides gras insolubles	96,66	96,30	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	96,40
— (point de fusion)..........	40° C.	49°4 C.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	37°
— (point de solidification......	37°2 C.	37°1 C.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	34°C.

dans la table ci-contre, qui comprend également les résultats obtenus par M. Jenkins (1) à titre de comparaison. On remarquera que toutes les densités trouvées par l'auteur sont plus élevées que celles trouvées par Jenkins, et dépassent toujours 0,940.

L'auteur a déterminé l'indice d'iode sur quatre échantillons ; les résultats concordent assez sensiblement avec ceux de M. Jenkins, comme du reste la teneur en acides libres.

Les chiffres relatifs à l'indice thermique de brome (Hehner) sont plus élevés de quelques degrés que ceux obtenus par Jenkins. Cette différence est due sans doute à une différence dans le mode d'opérer.

L'auteur a employé chaque fois 1 gramme d'huile suivant les instructions générales données par Hehner. Les chiffres relatifs à l'absorption d'oxygène furent obtenus en faisant chauffer 0 gr. 5 de chaque échantillon à la température de 100° à l'air libre. L'huile ainsi chauffée se dessèche avec une rapidité extraordinaire et augmente de poids ; mais la pellicule finalement obtenue n'est pas comparable à celle de l'huile de lin, qui se forme beaucoup plus lentement. L'huile de bois sèche beaucoup plus vite que n'importe quelle autre, ce qui peut être un inconvénient si elle est employée seule. L'auteur a extrait de chacun des échantillons, sans prendre de précautions spéciales, environ 8 °/₀ de glycérine.

Dans ces derniers temps on a essayé d'implanter l'*Aleurites* dans notre colonie algériene ; mais nous ignorons les résultats de cette tentative.

Il ne faut pas confondre l'huile de bois d'Aleurites avec l'huile de bois des Indes. Celle-ci provient, non des graines, mais du bois même des arbres gigantesques de la familles des *Diptéracées*, savoir : *Dipterocarpus turbinatus* Gaert. — *D. lævis* Ham. — *D. indicus* Bed. originaire de l'est du Ben-

(1) *Journ. Soc. of chem. Industry*, 1898, p. 304.
(2) *Journ. Soc. cf chem. Industry*, 1897, p. 195.

gale, entre Chittogang-Peng et Singapore. La majeure partie de cette huile vient de la côte de Burmah où l'on en fait l'extraction à la façon dont on extrait la résine dans les Landes. Souvent aussi on abat l'arbre et on l'étend sur un feu de charbon pour en faire sortir l'huile. Celle-ci est employée comme succédané du baume de Copahu, pour laquer les meubles qu'elle préserve des termites.

Si on la laisse en repos, elle se sépare en deux couches nettement distinctes : la couche supérieure est claire, de couleur brun foncé, qui se compose d'un baume liquide ; l'inférieure forme un gâteau résineux qu'on emploie comme laque.

HUILE DE CAMELINE

Origine. — Cette huile est fournie par la cameline commune (*Myagrum sativum L.*, *Camelina sativa C.*) encore désignée parfois très abusivement sous les nom de Camomille ou de Sésame d'Allemagne. C'est une plante oléagineuse de la famille des crucifères, cultivée dans le Nord de l'Europe, dans les départements français du Nord, de l'Est et du Sud-Est. Elle est remarquable par la rapidité de sa végétation, ce qui la rend précieuse comme plante de remplacement des végétaux détruits pendant l'hiver. Elle atteint 0,45-0,60 centimètres de haut, possède des cosses piriformes renfermant chacune environ 8 graines de couleur jaune d'or ou brunâtre, qui contiennent environ 30 °/₀ d'huile.

La cameline réussit même dans les terres sablonneuses faibles, sèches ; elle exige une chaleur totale 1580° — 1790° C ; elle est moins exposée que le colza aux ravages des insectes. Elle réussit admirablement après plantes sarclées et fumées, ou après trèfle de deux ans.

On la sème fin avril ou commencement de mai, à la volée avec 0,25-0,38 hectolitres (15 à 25 kilog.) de semence, ou en lignes distantes de 16 à 20 centimètres et à une profondeur de 0,5 à

1,5 centimètre, avec 0,18-0,21 hectolitres (12 à 20 kilos) de semence. Comme on le voit, la semence doit être recouverte très légèrement ; s'il fait sec on tasse la terre par un roulage ; si les plants sont trop serrés, un hersage les éclaircira. Lorsqu'on les sème en lignes, il convient de les sarcler dès qu'ils ont atteint 15 à 20 centimètres de haut.

Les plantes arrivées à maturité sont coupées à la faucille au commencement d'août, ou arrachées, liées en petites gerbes qu'on met debout afin d'éviter l'égrenage. La récolte étant rentrée, on donne au chaume un hersage qui facilite la levée des graines tombées, ou bien un labour superficiel si l'on craint le développement des mauvaises herbes. Rendement : 10-14-20 hectolitres (700-900-1300 kilog.) de graines à 60-65-70 kilog., et 1500 à 2300 kilog. de paille par hectare. Les cosses (300 à 350 au kilog.) constituent un bon aliment pour les moutons ; la paille sert de litière ou même de fourrage en cas de besoin.

Extraction de l'huile. — Par la pression des graines à froid on obtient 18 à 20 °/₀ d'huile ; par la pression à chaud 23 à 25 °/₀, et même 27 °/₀ suivant Renard ; par diffusion avec le sulfure de carbone 28 à 30 °/₀. L'huile pressée à froid est jaune clair, celle qui est pressée à chaud va du jaune d'or au jaune foncé. Elle possède une odeur alliacée ; sa saveur, d'abord peu agréable, se bonifie par le vieillissement et l'huile vieillie est comestible en Allemagne où elle se vend alors sous le nom d'huile de sésame allemande. Elle contient une sorte de linoléine, en outre de l'oléine, de la palmitine et un peu d'érucine. Elle est assez fluide et facilement siccative. Sa densité à 15° est de 0,9228 (Schædler) ou de 0,926 (Milliau). Elle se solidifie à — 18 à — 19°. Ses acides gras sont fluides à la température ordinaire. On l'emploie pour l'éclairage, le plus souvent en mélange avec l'huile de colza, car, seule, elle produit une flamme un peu fuligineuse. On l'utilise aussi dans la savonnerie et, comme elle produit un savon tendre, on l'emploie pour les savons de graissage qu'elle rend plus fluides. Les résidus d'extraction de l'huile ont peu de valeur et sont employés comme engrais.

HUILE DE CAY-DOC DU TONKIN

Les Annamites de la province de Thai-Nguyen (Tonkin) donnent le nom de Cây-doc à un arbre de la famille des Clusiacées, dont les graines oléagineuses fournissent une huile d'éclairage et donnent lieu à un trafic important. Cet arbre est un conifère analogue au pin et a 10-15 mètres de haut. Le directeur de l'agriculture de l'Indo-Chine a envoyé un échantillon de cette huile préparée par les indigènes d'après un procédé inconnu. L'arbre qui la fournit est le *Garcinia tonkinensis* ; elle a la composition suivante (1) :

Glycérides	90,04
Résine acide (soluble dans un alcali)	4,21
Résine (insoluble dans un alcali)	1,17
Huile essentielle	4,58
	100,00

Cette huile contient 43,2 p. 100 d'oléine et rend 11,96 p. 100 de glycérine. L'agrégat des acides gras solides, une fois séparé de l'acide gras, fond à 55°. L'huile pure se saponifie facilement ; le savon qui en résulte est très soluble dans l'eau, à l'exception de 1,17 p. 100 de son poids. Ce résidu se compose de résine soluble dans la benzine, mais insoluble dans les alcalis. L'huile produit un savon de couleur brune ayant l'apparence et jusqu'à un certain point l'odeur de l'huile de palme : elle peut absorber beaucoup d'eau.

L'huile de *Garcinia tonkinensis* semble devoir jouer un rôle dans la savonnerie européenne. L'arbre est cultivé au Tonkin, mais sa croissance est lente et il ne fournit une belle récolte de graines qu'à partir de la vingtième année. La valeur de la graine fournie par un arbre est de 1 piastre, soit 2 fr. 50 environ, prise sur place.

(1) D'après le *Monit. off. du commerce*, 1901.

HUILE DE CHARDON

Cette huile provient du chardon de Notre-Dame (*Onopordon acanthium*), une Composée qui végète à l'état sauvage dans la plupart des pays de l'Europe centrale. Ses graines contiennent 30 à 35 p. 100 d'huile et en rendent 25 p. 100. Cette huile est jaune et sert pour l'éclairage. Il en est de même pour l'huile de bardane, que l'on retire de la graine de bardane (*Arctium lappa*), qui en contient 25 à 30 p. 100.

HUILE DE CRESSON ALÉNOIS

Elle est extraite des graines de cresson alénois (*Lepidum sativum*, Crucifères), qui croît naturellement dans nos jardins, et qui contient 50 à 60 p. 100 d'huile grasse et une huile essentielle d'odeur désagréable, alliacée. Ses graines sont petites, ovoïdes et striées ; on le sème en mars-avril, comme la cameline. On en extrait l'huile par pression : cette huile ressemble à celle de moutarde noire; elle est jaune brunâtre, d'odeur et de saveur particulières et est siccative. Densité, 0,924 à 15°. On l'emploie pour l'éclairage et la fabrication du savon.

HUILE DE NOIX DE CÈDRE (1)

L'huile de noix de cèdre pourrait devenir un important article de commerce, étant donné l'abondance des forêts de cèdres dans les districts septentrionaux de la Russie d'Europe et de la Sibérie. Malheureusement, l'exploitation de ces forêts est encore à l'état tout à fait primitif. A l'Exposition de Nijni-

(1) D. Kryloff. *Moniteur scientifique*. 1899, p. 531.

Novgorod (1896), les fabriques de Fedtchenxo et Gridassof ont exposé de l'huile de cèdre dont un échantillon a servi aux expériences de l'auteur.

L'échantillon examiné constituait un liquide assez épais, transparent, d'un jaune paille doré. Sa densité à 0° C était de 0,9326. A — 20° C, l'huile ne se solidifiait pas, mais devenait plus épaisse.

Le tableau suivant donne les constantes de l'huile de cèdre comparées à celles de quelques autres huiles :

	Indice d'iode	Indice de Reichert-Meissl	Indice de saponification	Indice d'acide
	—	—	—	—
Huile de lin.........	158-178	0,95	190-122	0,4-1,1
— de cèdre......	149,5-150,5	2,0	191,8	1-0,9
— de chanvre....	143-144	»	192-194	0,64-482
— de tournesol...	19,9	0,5	193-194	»
— d'olive........	81,6-84,5	1,5	191-193	1,66

On voit que l'huile de cèdre ne diffère pas beaucoup des autres huiles au point de vue de la composition.

Les acides gras retirés de l'huile ont donné un dépôt cristallin qui a été séparé. La masse demi-solide a été étendue sur une plaque poreuse et recristallisée ensuite plusieurs fois dans l'alcool. La substance fondait à 63° C et a donné à l'analyse des nombres correspondant à la formule $C^{16}H^{32}O^{2}$. C'était donc de l'acide palmitique.

Les acides gras liquides qui se trouvaient dans la portion filtrée ont été oxydés par le permanganate de potasse, et les oxacides séparés ont été purifiés par l'ébullition en solution alcoolique avec du noir animal et soumis à la cristallisation fractionnée. L'auteur a obtenu ainsi trois fractions.

La première fraction, la plus considérable, fondait à 165° C; la deuxième à 159-161° C, et la troisième, qui était la plus faible, fondait à 140° C.

La première fraction était constituée par l'acide tétroxystéa-

rique et la dernière fraction par l'acide dioxystéarique souillé d'acide tétraoxystéarique.

Il résulte de ces expériences que l'huile de cèdre se rapproche beaucoup, au point de vue de sa composition, de l'huile de lin et peut être rangée à côté de celle-ci parmi les huiles siccatives.

HUILE DE CHENEVIS OU DE CHANVRE

Origine. — Le chanvre (*Cannabis sativa* L.) appartient à la famille des Urticées. Il est originaire de Perse, mais on le cultive actuellement dans toute l'Europe, en Russie, en Chine, aux Indes, dans l'Amérique du Nord. On ne le cultive pas seulement pour l'huile qu'on extrait de ses graines, mais encore pour ses fibres dont on fabrique des tissus.

Rendement en graines : 10-20 hectolitres(600 à 1200 kilog.) à l'hectare. 1 hectolitre de graines à 48-59 kilogrammes rend 25 p. 100 d'huile et 75 p. 100 de tourteau qu'on emploie comme engrais.

Extraction de l'huile. — Les graines de chanvre contiennent 30 à 35 p. 100 d'huile. On sèche les graines, on les nettoie, on les broie dans une meule et on en extrait l'huile par pression ou par les dissolvants : on obtient 25 p. 100 ; par diffusion on en obtient 30 à 32 p. 100.

Propriétés chimiques. — L'huile de chanvre se compose des glycérides de l'huile de lin et de stéarine. Les acides de cette huile contiennent, d'après Hazura, 15 p. 100 d'acide linolénique et isolinolénique, 70 p. 100 d'acide linolique et 15 p. 100 d'acide oléique. 100 grammes d'huile sont saponifiés par 19 gr. 31 de KOH. Elle est siccative.

Propriétés physiques. — L'huile de pression est vert clair ou vert jaunâtre ; elle a l'odeur du chanvre et une saveur douce, fade ; par le repos elle devient jaune brun. Extraite par diffusion au moyen du sulfure de carbone ou de la benzine, l'huile

est jaune brunâtre ; extraite au moyen de l'éther elle est verte. Elle est soluble dans l'éther (1 : 2), dans 30 parties d'alcool froid et en toute proportion dans l'alcool bouillant. Mise en solution dans 12 parties d'alcool bouillant, elle précipite de la stéarine en se refroidissant. Sa densité est de 0,9252 à 15° d'après Carpentier, de 0,9285 d'après Renard. Elle se congèle à — 25-27°5. Ses acides gras fondent à 19° et se congèlent à 15°. Cette huile est assez fluide et un peu moins siccative que l'huile de lin.

De Negri et Fabris ont obtenu les constantes suivantes (1), qui concordent sensiblement avec celles trouvées par d'autres observateurs :

Densité à 15° C.	0,928
Acides gras :	
Point de fusion	17° — 19° C.
Point de solidification	14° — 15° C.
Indice d'iode	140,5
Indice d'iode des acides gras	141,0
Indice de saponification	192,78

Emplois. — On emploie l'huile de chènevis principalement pour la fabrication des savons ; on s'en sert aussi pour la préparation des vernis et pour l'éclairage quand elle est bien raffinée. Cette huile se saponifiant difficilement, on l'emploie en mélange avec d'autres huiles pour la fabrication des savons de Marseille, pour rendre ceux-ci plus tendres. Elle rend de grands services dans la fabrication des savons lubrifiants qu'elle empêche de geler, même par les plus grands froids. Elle sert encore à falsifier l'huile de lin.

Les tourteaux de chanvre, par suite de la présence dans la plante d'un principe enivrant et stupéfiant, ne peuvent guère être utilisés pour l'alimentation du bétail ; le mieux est de les employer comme engrais.

(1) De Negri et Fabris. Annali del Laborat. chim. delli Gabelli, 1891.

HUILE DE GRAINES DE CITROUILLE

Les graines de citrouille (*Cucurbita pepo*, Cucurbitacées), contiennent une huile grasse qu'on peut avoir intérêt à extraire. On l'obtient soit par la pression à chaud des graines avec leur péricarpe, soit par la pression des graines dépouillées de leur péricarpe. En opérant d'après le premier procédé, on obtient une huile épaisse, rouge brunâtre ; en opérant d'après le second procédé, on obtient une huile presque incolore, inodore et insipide ou d'une saveur douce et agréable. Cette huile a une densité de 0,9231 à 15° ; elle se congèle à — 15°. Sa dessiccation à l'air est lente. L'huile provenant de graines dépouillées de leur péricarpe est comestible ; celle des pépins munis de leur péricarpe est employée pour l'éclairage.

Cette huile a été étudiée récemment par le docteur H. Strauss (1), qui démontre que les chiffres qu'on a publiés jusqu'à présent sur la teneur des graines en huile sont erronés. Graham prétend avoir obtenu des graines par dissolvants 25 p. 100 d'huile, et il est vraisemblable qu'on est parti de cette indication pour dire que leur teneur en huile et de 20 à 25 p. 100. Ces chiffres se trouvent même consignés dans la dernière édition de l'ouvrage de Benedikt-Ulzer.

Les graines se composent en moyenne de 76,5 p. 100 d'une amande entourée d'une écorce extérieure représentant 23,5 p. 100. Tandis que l'écorce est jaunâtre, la petite pellicule qui recouvre immédiatement l'amande est verdâtre. L'auteur a extrait l'huile de graines broyées avec leur écorce et de graines débarrassées de celle-ci, en employant différents dissolvants. Il a obtenu les résultats suivants, moyennes de plusieurs analyses :

(1) Chem. Ztg., 1903, p. 527.

	Graines avec leur écorce. — Huile	Graines décortiquées. — Huile
1. Avec l'éther..........	37,46 0/0	47,95 0/0
2. Avec l'éther de pétrole..	36,60 »	47,76 »
3. Avec la benzine.......	36,80 »	47,43 »

L'huile obtenue possédait les propriétés physiques de l'huile pure de graines de citrouilles, et cette pureté était confirmée par les indices d'iode : l'indice d'iode représentant la moyenne de plusieurs déterminations avec de l'huile extraite avec de l'éther, était de 120,5, tandis que pour les huiles extraites avec l'éther de pétrole et avec la benzine, il était respectivement de 116,5 et 117,2.

L'huile extraite industriellement par pression des graines avec leur écorce, après broyage dans des meules et chauffage de la matière à 80-90° C., a fourni des résultats concordants avec ceux ci-dessus ; les tourteaux contenaient encore 10 à 11 p. 100 d'huile après une seule pression.

Les énormes différences entre les résultats obtenus par l'auteur et ceux indiqués jusqu'alors ne sauraient être attribués à la qualité spéciale des graines qu'il a mises en œuvre, attendu qu'il s'est servi de graines de provenances diverses.

Le fait que ces erreurs, émanant de recherches scientifiques. se soient perpétuées dans la pratique et lui aient même servi de règle, ne peut s'expliquer autrement que par cette circonstance que l'huile de citrouilles est fabriquée principalement en petit par les paysans hongrois, avec un outillage et des moyens primitifs, sans aucune sorte de contrôle chimique.

L'huile de graines de citrouilles, qui possède une couleur rouge-vert très intense, est réfractaire à l'action des agents de décoloration ordinairement employés. Les essais de blanchiment faits avec l'acide sulfurique, le chlore, l'ozone et l'acide sulfureux n'ont amené à aucun résultat pratique ; par contre, un traitement plusieurs fois répété avec une lessive de soude, a permis d'obtenir une huile jaune-clair, mais ce procédé entraîne une assez grande perte par saponification.

Enfin, l'auteur donne les analyses complètes de graines et des tourteaux après l'extraction de l'huile :

	Graines avec leur écorce	Graines décortiquées	Tourteaux
	—	—	—
Humidité............	8,10 0/0	7,08 0/0	11,14 0/0
Matières minérales...	4,76 »	4,43 »	6,77 »
Matière grasse.......	36,60 »	47,43 »	10,97 »
Protéine brute........	30,19 »	28,00 »	37,95 »
Matières non azotées (par diff.)..........	20,35 »	13,03 »	30,17 »

Suivant Lewkowitsch, l'huile de pression présente les caractéristiques suivantes (1) :

Densité à 15° C.........	0,9231
Indice de saponification.	188,1
Indice d'iode..........	113,4 — 121
Point de solidification..	— 15°
Point de fusion des acides gras............	— 28°

HUILE DE GRAINES DE TELFAIR OU CITROUILLE D'AFRIQUE

Parmi les Cucurbitacées si abondantes en Afrique, la *Telfairia pedata* est une des plus intéressantes. C'est une sorte de citrouille produisant des graines un peu plus grandes qu'une pièce de 2 fr., très riches en huile. On en cultive deux sortes, tant sur la côte orientale que sur la côte occidentale, mais les indigènes recherchent les amandes plutôt pour l'alimentation que pour en extraire de l'huile.

H. Thoms a trouvé dans les graines de *Telfairia pedata* 33 p. 100 d'huile grasse ; les graines décortiquées en contiennent 64,71 p. 100. L'huile constitue un liquide jaune clair, d'une odeur agréable, qui ne tarde pas à éliminer des glycérides. Elle a fourni à l'analyse les chiffres suivants :

(1) *Journ. of.*, Soc. chem. Ind., 1901.

Densité à 15° C	0,9180
Acides solubles	0,34
Indice de saponification	174,8
» des éthers	174,46
Indice d'iode	86,2
Point de solidification de l'huile	+ 7°
Point de fusion des acides qu'on en a séparés	44°
Paint de solidification de ces acides	41°

Le point de fusion, très élevé, de cette huile et celui de solidification de ses acides gras constitue probablement un obstacle à son emploi dans l'alimentation. Mais, comme elle est facile à fabriquer, elle peut présenter de l'importance pour la savonnerie et la stéarinerie. On procède actuellement à des essais de culture de Telfair dans les Colonies de la Côte Occidentale d'Afrique (1).

D'après Thoms (2), l'huile de Telfair se compose des glycérides des acides stéarique, palmitique, telfairique (acide de la série linolique de composition ($C^{18}H^{32}O^{2}$) et d'un oxacide non saturé dont la composition n'est pas encore bien connue.

Une autre sorte de citrouille, appelée *Nara*, est également très répandue sur la Côte occidentale d'Afrique ; elle fournit des graines ou amandes assez grosses. On en exporte des quantités considérables par le Cap sous le nom de *butter bils*. La chair et les graines de ce fruit servent parfois de base à l'alimentation de certaines tribus de Hottentots.

HUILE DE COURGE

En Alsace on utilise assez fréquemment, surtout dans la médecine vétérinaire, l'huile de courge que l'on prépare à la manière de l'huile de lin. Les semences du *Cucurbita maxima*, le grand potiron, jaune ou vert, sont mondées, écrasées sous la

(1) *Apotheker Zeintung*, 1898, 829.
(2) *Arch. Pharm.*, 1900, 47.

meule, puis chauffées à une température de 50 ou 55° C pour coaguler l'albumine et le mucilage, et enfin exprimées entre des plaques métalliques chaudes. Le rendement est d'environ 20 p. 100.

M. Merklin s'est procuré de l'huile de courge absolument authentique et en a étudié de nouveau les propriétés chimiques et physiques. La densité de cette huile à 15° C est de 0,920. Sa couleur, quand elle est pressée à froid ou à chaud, est d'un brun rougeâtre, et absolument neutre. A froid l'alcool à 95° en dissout une quantité à peine appréciable; l'alcool surnageant est coloré en vert jaunâtre.

Soumise à l'action de l'acide hypoazotique, l'huile de courge ne subit aucun changement notable immédiat : elle est restée liquide, quoique opaque, au bout de 6 heures ; au bout de 24 et de 48 heures le liquide était un peu plus épais, d'un brun rouge foncé.

L'acide sulfurique (d = 1,828) produit une coloration vert clair avec stries brunes. Après mélange la coloration est brun foncé. Plus tard on observe des caillots bleus sur fond vert sale. L'acide sulfurique de d = 1,530 donne une émulsion vert sale assez foncée.

Pour saponifier 1 gr. d'huile il a fallu employer 199 milligrammes 27 de potasse.

Il résulte de l'essai par l'acide hypoazotique que cette huile ne contient pas d'oléine, mais les éthers glycériques de l'acide linoléique ; elle est siccative.

HUILE DE COTON

Origine. — L'huile de coton provient de la graine du cotonnier, particulièrement de *Gossypum herbaceum* (Malvacées), qui est le cotonnier commun (1). Les graines sont renfermées

(1) Les graines de coton des Barbades (*Gossypium Barbadense*), ainsi que celles du coton d'Egypte sont nues, tandis que celles du

dans des capsules ovoïdes, de la grosseur d'une noisette, dont débordent, à l'époque de la maturité, les poils de la graine sous forme d'un duvet blanc. La capsule avec son duvet atteint alors la grosseur d'une pomme. 3 kilogrammes de graines donnent environ 1 kilogramme de poils séminaux, c'est-à-dire de coton. On n'est pas absolument renseigné sur l'origine de ce cotonnier : il a été cultivé de temps immémorial en Chine, en Arabie, en Egypte, il est également connu depuis très longtemps au Pérou, au Mexique et dans l'Afrique australe. Aujourd'hui il est cultivé partout où la température moyenne de l'année est de 25 à 30° C, c'est-à-dire, en Europe : en Sicile, à Malte et dans les autres îles de la Méditerranée, dans le Sud de l'Espagne jusqu'à Valence, dans le sud de l'Italie jusqu'à Naples, en Russie dans la Crimée ; dans les régions chaudes de l'Amérique, d'Asie et d'Afrique entre le 40° de latitude Nord et du 30 au 33° de latitude sud, sous les tropiques jusqu'à une altitude de 1.500 mètres. Le cotonnier est une plante estivale. Quand la récolte est faite, on coupe les tiges au ras du sol ; elles repoussent l'année suivante, parfois même la troisième année ; mais dès lors la plantation est épuisée. Le cotonnier n'est pas très exigeant au point de vue de la qualité du terrain, mais il a besoin de pluie jusqu'à la maturité des graines et ensuite d'un temps sec.

La récolte se fait dès que les capsules commencent à s'ouvrir, c'est-à-dire au commencement de septembre. On arrache de la capsule le coton avec la graine : cette opération a lieu généralement le matin de bonne heure, tant que le coton est humide de rosée ; puis on l'étend sur le sol pendant quelques jours pour le laisser sécher au soleil. Ensuite on procède à l'égrenage, qui consiste à séparer le coton de la graine. A cet effet, quand

coton herbacé (*G. herbaceum*) cultivé aux Etats-Unis sont entourées d'une masse fibreuse fine fortement adhérente. Par suite, le coton américain a besoin d'être décortiqué avant le broyage en vue de l'extraction de l'huile ; tandis que le coton égyptien est simplement broyé, chauffé et pressé.

le coton est court, on se sert d'une machine comportant une série de scies circulaires dont les dents enlèvent le coton à la façon d'un peigne ; quand le coton est long on le fait passer avec la graine entre des cylindres lisses ou cannelés qui le détachent. Mais les graines ont gardé encore des fibres de coton (duvet) : autrefois on les jetait au fumier, parce qu'on ne savait ni le débarrasser du duvet qui rendait l'extraction de l'huile difficile, ni enlever à l'huile sa couleur brune intense, qui provient d'une résine contenue dans les cotylédons. La forme de la graine est irrégulièrement ovoïde, longue de 6 à 19 millimètres, large de 4 à 5 millimètres.

Extraction de l'huile. — On fabrique l'huile de coton depuis qu'on a trouvé le moyen de décortiquer les graines. Après de nombreuses tentatives plus ou moins heureuses, qui s'étendent de 1783 à 1870, l'industrie de l'huile de coton a pris un rapide essor depuis cette dernière date, de telle sorte que, actuellement, un tiers de la récolte totale des graines en Amérique est mis en œuvre dans les huileries. La plupart des fabriques sont situées dans l'Indiana et le Texas. Une balle de 1.000 kilogrammes de coton fournit environ 500 kilogrammes de graines, et une tonne de graines fournit :

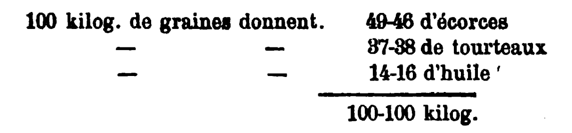
Huile de coton	275 livres
Farine (résidu de l'huilerie).........	725 —
Ecorces	850 —
Fibres............................	25 —
Déchet, poussière, eau, etc.	125 —

Sur une récolte moyenne de 10 millions de balles de coton, la quantité de graines mises en œuvre dans les huileries s'élève dès lors à environ 1.666.666 tonnes qui fournissent 61.666.642 gallons d'huile, 603.303 tonnes de farine et 708.333 tonnes d'écorces. La majeure partie de cette énorme production est exportée, puisque l'Amérique ne consomme qu'environ 40 p. 100 de l'huile produite.

La teneur des graines en huile n'est que de 20 à 25 p. 100 ; ce n'est donc pas l'huile qui constitue, à proprement parler, l'importance de la graine de coton ; elle réside plutôt dans ce fait qu'une matière, sans grande valeur par elle-même et qui donne des masses énormes de déchets, ait été transformée en une matière de prix. La pression donne 16 à 18 p. 100 d'huile, la diffusion par les dissolvants 20 à 25 p. 100. Aux Etats-Unis on compte de la manière suivante :

1 kilogramme de coton obtenu à la machine d'égrenage provient de 3 kilogrammes de graines ; 100 kilogrammes de graines donnent 20 litres d'huile, 48 kilogrammes de tourteaux et 16 kilogrammes d'huile de dépôt lors de l'épuration, et qui trouve des emplois dans la savonnerie. Mais, il y a encore d'autres facteurs, qui sont les écorces, les fibres et autres déchets, et dont les chiffres que nous avons donnés plus haut indiquent assez l'importance. D'après Gilmours, l'huile de coton renferme 12 à 20 p. 100 d'une huile qui est jaune à l'état épuré, de densité 0,928 à 0,930, et qui se concrète à + 2°.

Le procédé de fabrication américain est le suivant : Les graines sont d'abord triées et nettoyées soigneusement ; on les passe au tamis deux fois : la première fois à travers des mailles qui ne laissent passer que le sable et les impuretés fines, non les graines ; la deuxième fois à travers un tamis dont les mailles ne laissent passer que les graines, mais non les corps étrangers, tels que pédicelles, péricarpe, etc., qui peuvent encore s'y trouver. Puis, les graines sont passées au « linter » qui les débarrasse du duvet adhérent et qui est ensuite employé dans la fabrication du papier. De là elles passent dans le « huller », machine à décortiquer qui les dépouille de l'enveloppe extérieure qu'on élimine ensuite dans un séparateur ; enfin on les broie dans un broyeur à cylindres. Nous avons donné la description de ces machines au chapitre relatif aux appareils du système anglo-américain.



100 kilog. de graines donnent.		49-46 d'écorces
—	—	37-38 de tourteaux
—	—	14-16 d'huile
		100-100 kilog.

En soumettant les graines broyées à la pression à froid, on obtient l'huile extraite à froid (cold drawn oil). Mais le procédé le plus généralement employé consiste à chauffer les graines pendant une demi-heure à une température de 98-102° C, en les agitant continuellement, afin de dilater les cellules oléifères, de rendre l'huile plus fluide et de faciliter son écoulement. En même temps on chasse l'humidité retenue par les graines. Il est très important de surveiller la température pendant le chauffage afin qu'elle atteigne la limite voulue sans la dépasser, car l'eau retenue par les graisses fait facilement éclater les toiles ou étreindelles sous l'effort de la pression et, en outre, constituent un obstacle à la bonne conservation de la farine qu'on obtient comme résidu.

Le chauffage étant donc terminé, ce qui arrive au bout de quelques minutes, les graines passent au « former », presse préparatoire qui sert à leur donner la forme de tourteaux ; ensuite ces tourteaux sont mis dans des presses qui fournissent une pression de 245 atmosphères.

L'huile obtenue est plus ou moins rougeâtre et constitue l'huile brute.

L'huile extraite des graines fraîches est plus claire que celle extraite des huiles vieilles ; mais la première, pour peu qu'on la laisse reposer pendant quelque temps avant de l'épurer, devient presque noire. L'huile brute forme un dépôt boueux.

Démargarination de l'huile. — Etant donnée la nécessité de maintenir l'huile à une température basse et uniforme dans la fabrication de l'huile d'hiver (winter oil), P. Pallatschek décrit (1) des expériences qu'il a faites pour éliminer la stéarine de l'huile par d'autres moyens que par un repos prolongé —

(1) *Chem. Ztg.*, 1902, p. 664-665.

deux à trois mois dans certaines fabriques — et filtration subséquente. L'addition à l'huile de matières grasses solides (huile de coco, stéarine, etc.), suivie d'un repos de quinze jours, ne lui a pas donné de résultats satisfaisants. Partant de ce principe que la trioléine se saponifie plus difficilement que la tripalmitine et la tristéarine, l'auteur a essayé d'éliminer la stéarine par une saponification partielle et, après plusieurs essais, il a adopté une méthode qui consiste à agiter l'huile avec 14 à 16 p. 100 d'une lessive de potasse à 25 p. 100 et à laisser ensuite l'huile claire se séparer du savon formé ; il a obtenu ainsi 72 à 78 p. 100 d'huile. Pour s'assurer si la stéarine a été éliminée suffisamment par ce procédé, on examina les huiles obtenues ci-dessus, comparativement avec deux échantillons d'huiles d'hiver américaines et un échantillon d'huile anglaise, en plongeant les huiles contenues dans des tubes étroits en verre bouchés, dans de la glace pendant vingt-quatre heures. Toutes les huiles se solidifièrent. On les plaça ensuite dans une chambre où régnait une température de 18° C. Au bout de deux jours, toutes étaient devenues claires, à l'exception de l'échantillon anglais, qui exigea trois jours et demi pour s'éclaircir complètement. Après un séjour prolongé dans la glace — 2 à 7 jours — elles exigèrent une durée correspondante pour se liquifier complètement ; cependant, les échantillons de l'auteur furent toujours égaux aux échantillons américains et supérieurs à l'échantillon anglais.

Propriétés chimiques de l'huile de coton. — L'huile de coton, comme d'ailleurs la plupart des huiles, renferme des matières mucilagineuses et albuminoïdes, des résines, etc., parmi lesquelles il y en a une qui lui donne sa coloration foncée. L'huile pure se compose de palmitine, d'oléine et du glycéride de l'acide linoléique ; la palmitine, comme nous l'avons vu plus haut, est éliminée totalement par le traitement de l'huile à une température convenable. Elle renferme, en outre, 1,64 p. 100 d'une matière non saponifiable, qu'on peut isoler du savon de l'huile de coton par extraction au moyen de

la benzine. L'huile de coton possède des propriétés siccatives faibles ; elle n'absorbe que 5,9 p. 100 d'oxygène dans l'espace de 48 heures. Les acides gras de cette huile ne paraissent pas davantage absorber de grandes quantités d'oxygène (0,8 p. 100 en 48 heures). L'huile de coton contient, d'après Leone et Longi, 95,84 p. 100 d'acides gras et 100 grammes d'huile exigent, pour être saponifiés, 21 gr. 05 de potasse caustique ; d'après Benedickt, au contraire, la quantité de potasse caustique nécessaire serait de 19 gr. 01 à 19 gr. 65. Essayée à l'acide nitreux, l'huile de coton prend une coloration brune caractéristique.

Propriétés physiques. — L'huile brute est épaisse et possède une odeur et une saveur analogues à celles de l'huile de lin ; sa densité est de 0,9224 à 0,9306 à 15° C. Elle se concrète entre 0° et 3° et précipite de la palmitine à partir de 12°. L'huile lavée à la vapeur a une densité de 0,934 à 10°, d'après Christiani.

L'huile raffinée a une couleur jaune paille et une saveur agréable qui rappelle celle de la noix. Les acides gras de l'huile ont une densité de 0,8572 ; ils fondent entre 36 et 40° et se concrètent entre 30 et 34° (Leone et Longi).

L'huile de coton est rarement falsifiée, mais elle sert à falsifier, sur une vaste échelle, les huiles d'olives, de navette et autres.

Emplois. — L'huile de coton est employée dans la savonnerie, dans l'économie domestique comme huile comestible et pour l'éclairage ; enfin, comme nous venons de le faire observer, elle est employée en grandes quantités pour falsifier l'huile d'olives et d'autres huiles d'un prix plus élevé. Toutes les qualités de l'huile de coton peuvent servir dans la fabrication du savon ; l'huile brute se saponifie plus facilement que l'huile épurée, parce qu'elle est rance. Malgré cela, on emploie le plus souvent l'huile raffinée en mélange avec d'autres huiles (huiles de palme, de coco, de lin, etc.), car tous les savons d'huile de coton contractent une odeur désagréable au bout d'un certain

temps et prennent des taches jaunes. Pour l'éclairage, on se sert de préférence de l'huile dont on a éliminé la stéarine. Enfin, pour la consommation de bouche on n'emploie que les huiles soigneusement épurées ; on les vend, d'ailleurs, presque toujours sous de faux noms.

Les tourteaux, qui contiennent 8 à 11 p. 100 d'huile, sont utilisés pour la nourriture des animaux, en morceaux ou en farine. Quand il contiennent encore du duvet, ils sont nuisibles à la santé des animaux. Sous forme de farine, ils trouvent fréquemment leur emploi comme engrais.

Depuis quelques années, on retire souvent l'huile restant dans le tourteau, au moyen de sulfure de carbone ; le tourteau prend alors le nom de tourteau sulfuré et n'est plus employé que comme engrais.

L'huile de coton en Russie. — Par suite de l'augmentation croissante de la culture du coton dans les territoires Russes de l'Asie centrale et dans le Transcaucase, une nouvelle industrie est en voie de création, et l'huile de coton russe a fait son apparition sur le marché pour la première fois. Les graines ont la même composition moyenne que les graines d'Amérique. Leur rendement en huile dans les deux huileries actuellement existantes est le suivant : écorces, 55,2 p. 100 ; tourteaux oléagineux, 31,3 p. 100 ; huile, 12,5 p. 100. On espère arriver à un rendement plus élevé en huile, puisqu'en Amérique il est de 13,6 p. 100. Les frais de transport étant trop élevés, on est obligé d'extraire et de raffiner l'huile sur place ; d'un autre côté, l'impôt est considérable, ce qui oblige les fabricants à épuiser complètement les tourteaux et à renoncer à les exporter (1).

L'huile de coton au Mexique. — D'après le *Moniteur officiel du commerce*, 1901, la production annuelle d'huile de coton au Mexique est en moyenne de 1.500.000 kilogrammes, alors que la quantité consommée en 1899, s'est élevée à

(1) Chem. Ztg. Rep., 1902, 26.

14.000.000 de kilogrammes. L'huile de coton y est absolument indispensable pour la fabrication du savon, ce qui explique les efforts qu'on fait pour trouver une plante à huile ayant des propriétés analogues à celles du coton.

On a trouvé que le ricin et le « coyol » pourraient être cultivés avec profit, étant donnée surtout la nature de ces huiles, qui sont très propres à la savonnerie. Le « coyol » végète abondamment à l'état sauvage, dans les régions tropicales ; c'est un buisson ou genre de palmier, qui produit des baies contenant 80 p. 100 d'huile excellente pour la savonnerie.

Marché des huiles en Amérique. — Sur les marchés de New-York, Chicago, etc., le commerce des graines de coton est placé sous la surveillance de la commission des huiles des bourses de commerce de ces places. Cette commission fixe les règlements relatifs au commerce et à la dénomination des différents produits, détermine la tare, etc. ; c'est elle qui tranche les différents qui peuvent s'élever entre acheteurs et vendeurs. En avril 1900, la commission des huiles de New-York a revisé ses règlements ; nous donnons la traduction des articles (Rules) les plus importants relatifs à la spécification des différents produits qui se présentent sur le marché,

Rule 9. — L'huile de coton brute doit, pour pouvoir être vendue comme « prime », provenir de graines décortiquées, avoir une odeur et une saveur agréables, être exempte d'eau et d'impuretés, et produire avec le procédé d'épuration ordinaire, du « prime summer yellow » avec perte normale de poids.

Rule 10. — L'huile de coton brute doit, pour pouvoir être vendue comme « choice », être produite avec des graines décortiquées, avoir une odeur et une saveur agréables ; elle doit produire du « prime summer yellow » avec perte normale de poids et ne pas contenir plus de 1 p. 100 d'acides gras libres.

Rule 11. — La « summer yellow cottonseed oil », pour pouvoir être qualifiée de « prime », doit être brillante, exempte d'eau et d'impuretés, posséder une odeur et une saveur agréables, avoir une couleur jaune paille (non rougeâtre) et rester claire pendant des heures à une température de 0°,5.

Rule 13. — La « Winter white cottonseed oil », pour pouvoir être vendue comme « prime », doit avoir une couleur jaune paille, être

brillante, avoir une odeur et une saveur agréables, et doit rester claire pendant des heures à une température de 0°,5.

Rule 15. — La « Summer white cottonseed oil », pour pouvoir être vendue comme « prime », doit avoir une couleur jaune paille, être brillante, avoir une odeur et une saveur agréables.

Rule 16. — Les huiles raffinées jaunes désignées comme « off », peuvent avoir une saveur légère, une coloration dont l'intensité ne dépasse pas l'orange ou le rougeâtre ; elles ne doivent pas être rouges.

Rule 17. — Sauf stipulations spéciales, sont valables tous les contrats relatifs aux matières destinées à la savonnerie, sur la base d'une teneur de 50 p. 100 d'acides gras ; cependant une matière dont la teneur en acides gras est inférieure à 45 p. 100 ne peut pas être considérée comme « Good delivery ».

HUILE DE GAUDE

La gaude (*Reseda luteola L*) est principalement cultivée pour la matière colorante jaune (lutéoline) contenue à la fois dans ses feuilles, fleurs et tiges. Outre la matière colorante elle fournit encore de l'huile contenue dans ses graines dans la proportion de 30 p. 100. Cependant, la récolte de la matière colorante exclut la récolte des graines pour l'huilerie, car quand on veut obtenir la matière colorante on récolte les plantes au mois d'août, alors qu'elles commencent seulement à fleurir.

Les terres qui conviennent le mieux à la gaude sont les terres sableuses et calcaires qui se trouvent en bon état de fertilité. Dans les terres pauvres les tiges restent petites et ne produisent que peu de rameaux et de fleurs.

Dans les climats doux où le printemps est humide on cultive la gaude comme plante de printemps. Dans les contrées où le printemps est sec, la graine, qui exige beaucoup d'humidité pour germer, ne lève pas ou lève tard ; il vaut alors mieux la semer en automne. Quand on la sème à la volée, on emploie 12 — 16 kilogrammes (0 hl 20 — 0 hl 26) de graines qu'on enterre par un hersage ; quand on sème en lignes, ce qui est préférable, on emploie 10 — 14 kilogrammes (0 hl. 16 — 0 hl.

23) par hectare, en donnant aux lignes 30 — 35 centimètres d'écartement.

Le travail d'entretien consiste à arracher les mauvaises herbes, à sarcler les plantes à la main et à les démarier à 15—20 centimètres.

Lorsque les plantes sont entièrement fleuries et que les graines inférieures commencement à mûrir, ce qui arrive généralement au mois d'août, on coupe les tiges au ras du sol et après en avoir éliminé les plantes étrangères ou les mauvaises herbes, on les sèche à l'ombre. L'arrachage n'est pas à recommander, car les racines ont moins de valeur. Pour sécher les tiges, il convient de les mettre à l'abri, car la pluie les détériore. Bien séchée, la gaude doit avoir une couleur vert clair, mais non brune, ni vert foncé. Le rendement est de 2.000 à 4.300 kilogrammes de tiges sèches à l'hectare, d'une valeur de 21 à 25 fr. les 100 kilogrammes.

Quand on plante la gaude en vue de la production des graines et de l'huile, on n'a qu'à les laisser végéter jusqu'à complète maturité. Rendement en graines : 200 à 400 kilogrammes par hectare.

Extraction de l'huile. — On obtient l'huile par la pression. Cette huile est de couleur vert foncé et très fluide, d'une saveur amère et d'une odeur désagréable ; sa densité à 15° est de 0,905. Elle se congèle à 15°. Elle est très siccative et propre à la fabrication des vernis ; elle peut servir également pour l'éclairage. Les tourteaux sont impropres à l'alimentation du bétail.

HUILE DE JULIENNE

L'huile de julienne est contenue dans les graines de la julienne (*Hesperis matronalis*) dans la proportion de 25 à 30 p. 100. Cette huile est verdâtre, presqu'inodore, de saveur amère et âcre. Densité à 15° 0,9282. Point de congélation : — 22° à — 23°. Elle est assez fluide et siccative. On l'emploie pour l'éclairage.

HUILE DE LALLEMANTIA

Cette huile est fournie par les graines de *Lallemantia iberica* (Labiées), originaire du Taurus et du Caucase. Les graines sèches en contiennent 29 à 33 p. 100.

Les graines moulues sont épuisées par diffusion au moyen de l'éther ; la solution huileuse obtenue est décolorée au noir animal, puis soumise à l'évaporation pour séparer l'huile du dissolvant. On laisse reposer pendant quelque temps l'huile obtenue ; elle se trouble alors, on la filtre et on obtient une huile jaune clair, d'odeur faible, de saveur d'abord irritante, puis rappelant celle de l'huile fine. Elle est soluble dans l'alcool froid, plus facilement soluble dans l'alcool chaud, sa densité est de 0,9336 à une température de 20° et 21°; elle se congèle entre — 34 et — 35°. Elle est entièrement soluble, à 117°, dans l'acide acétique de densité 1.0643 ; mais elle se trouble de nouveau dès qu'elle atteint la température de 115° et à 100° elle précipite complètement. Pour saponifier 100 grammes de cette huile, il faut 18 gr. 49 de potasse caustique. Ses acides gras fondent à 11°. Cette huile est une des plus siccative que l'on connaisse. En Orient et aux Indes on l'emploie comme huile comestible et pour l'éclairage (1).

HUILE DE LIN

Origine.— L'huile de lin, une des plus importantes au point de vue de la production et de la consommation, est extraite des graines de *Linum usitatissimum*. Les fruits du lin sont des capsules à cinq loges renfermant chacune deux graines longues de 3-4 millimètres, aplaties, ayant la forme d'un œuf pointu et une couleur brune.

On distingue deux variétés : le lin vulgaire dont les capsules restent fermées à la maturité, et le lin à petites tiges dont les capsules s'ouvrent d'elles-mêmes. La fibre de ce dernier est plus

(1) *Chem. Zeitung*, 1887.

fine et la plante fournit un rendement plus élevé en grains ; malgré cela, la première variété est beaucoup plus cultivée parce que ses tiges sont plus longues et qu'elle fournit une plus grande quantité de fibres plus résistantes.

On récolte par hectare 3.000-8.800-13.200 kilogrammes de lin vert, ou 1.400-4.000-6.000 kilogrammes de tiges sèches. Le rendement accessoire en graines est de 4-8 hectolitres (270 à 540 kilogrammes), on obtient en outre 500-750 kilogrammes de balles ; en culture plus soignée on obtient 12-16 hectolitres (800-1110 kg.) de graines à 64-67-75 kilogrammes à l'hectare. Le lin d'hiver fournit les rendements les plus élevés, soit 34-45 hectolitres (2.400-3.000 kg.) de graines et 2.000 kilogrammes de tiges par hectare. Il faut compter une mauvaise récolte sur quatre en moyenne. — Prix de vente des graines : 25 à 44 francs.

Fabrication de l'huile. — Les graines contiennent de 30 à 38 p.100 d'huile. On extrait celle-ci par pression ou par diffusion. On fait généralement deux pressions, l'une à froid, l'autre à chaud ; l'huile destinée à la consommation de bouche est exclusivement pressée à froid. Dans ce cas on obtient 20 à 22 p. 100 d'huile, 25 à 28 p. 100 par la pression à chaud et 32 à 35 p. 100 par la diffusion.

Propriétés chimiques. — L'huile de lin se compose de 80 p. 100 de linoléine et de 20 p. 100 d'un mélange de palmitine (10 p. 100) et de myristine (1 p. 100). Sa teneur en acides gras est de 95 p. 100 ; l'acide linoléique en constitue naturellement la partie principale. Des recherches concernant les acides oléiques siccatifs en général et l'acide linoléique en particulier ont été faites par divers savants (1) ; ces recherches ont donné les résultats suivants : les acides liquides de l'huile de lin sont : 1° l'acide oléique (5 p. 100) ; cet acide produit de l'acide dioxystéarique par oxydation avec le permanganate de potasse ; 2° l'acide linoléique (15 p. 100). Par oxydation avec le perman-

(1) *Chem. Zeituny* 1886, p. 167, 231, 1888 p. 380 et 1888 p. 356 : *Berl. Berichte*, 1887, p. 1211, 1235.

ganate de potasse en solution alcaline, cet acide forme de l'acide sativique, probablement identique avec l'acide tétraoxystéarique ; 3° l'acide linolénique [(15 p. 100 et son isomère, l'acide isolinolénique (65 p. 100)]. Ces deux acides, par oxydation avec le permanganate de potasse en solution alcaline, donnent de l'acide linusique et de l'acide isolinusique, qui sont probablement des acides hexaoxystéariques isomères. Les acides signalés en 2° et 3° mélangés donnent l'acide linoléique.

Les acides liquides de l'huile de lin se composent de 70 p.100 d'acide linoléique, 15 p.100 d'acide oléique et 15 p.100 d'acide linolénique et isolinolénique ; cette composition est analogue à celle des acides liquides de l'huile de pavot et de l'huile de châtaignes. L'acide linolénique, comme nous l'avons déjà dit, a la propriété de se transformer, en absorbant de l'oxygène, en acide oxylinolénique qui constitue un corps amorphe, dur, sec. L'action prolongée de l'air sur l'acide oxylinolénique donne naissance à la linoxine, corps amorphe, neutre, élastique, insoluble, qui forme l'élément principal de l'huile desséchée. Quand on fait cuire de l'acide linoléique, il se décompose partiellement en eau et anhydride linoléique qui constitue une masse élastique, analogue au caoutchouc. Il est utile de connaître ces faits pour se rendre compte des causes chimiques de la dessiccation de l'huile de lin. L'acide tétrabromostéarique obtenu de l'huile de lin par la combinaison du brome constitue une masse amorphe fondant à 98-101° ; celui de l'huile de coton et de tournesol a une forme nettement cristalline et fond à 114-115° (1).

L'acide sulfurique concentré transforme l'huile de lin en une masse gélatineuse, filamenteuse, colorée en jaune brun qui, sous le nom de *tannin artificiel* de Hattchett, sert à précipiter la gélatine. Réduite par la cuisson et traitée avec de l'acide azotique, l'huile de lin forme du caoutchouc artificiel. 100 grammes d'huile de lin exigent pour être saponifiés 18,9 à 19,52 grammes de potasse caustique ; 100 grammes d'acides gras exigent 26, 27 grammes de potasse caustique. D'après R. William, la

(1) S. Fokin. *Journ. russ. phys. chem.* Ges. 341, 50-403.

teneur de l'huile de lin brute en matières non saponifiables varie entre 0,8 et 1,3 p. 100 ; celle de l'huile cuite de 1,3 à 2,3 p. 100. Une huile contenant plus de 2,5 p. 100 de matière non saponifiable doit être considérée comme additionnée d'huile minérale.

Propriétés physiques. — L'huile obtenue par pression est jaune d'or, d'une odeur spéciale qui n'a rien de désagréable. L'huile pressée à chaud est ambrée ou jaune-brunâtre, possède une saveur forte, irritante et une odeur pénétrante. L'huile obtenue par diffusion est de couleur foncée et de saveur agréable et passe pour être la plus pure des huiles de lin. Pure, l'huile de lin est assez fluide ; exposée à l'air, elle absorbe de l'oxygène, ce qui la rend rance, claire, puis épaisse et enfin solide. Si on la refroidit elle s'épaissit et se congèle à — 16° au bout de quelques heures, plus rapidement à — 27°, et ne fond de nouveau qu'à — 16 — 20°. Le point de congélation varie d'ailleurs suivant la qualité et la provenance de l'huile. Suivant Renard elle ne se congèlerait qu'à — 27°. L'huile des Indes donne déjà un précipité solide à — 8° et est complètement solide entre — 12 et — 14°.

L'huile de lin est soluble dans 1,5 partie d'éther ou dans 5 parties d'alcool absolu. L'huile desséchée n'est pas soluble dans l'alcool. Chose curieuse, la solubilité de l'huile dans l'alcool diminue en proportion de la durée pendant laquelle l'huile de lin a éte en contact avec l'acide sulfurique pendant l'épuration (Moerk). La densité de l'huile à 15° est de 0,9325 d'après Milliau, de 0,9350 d'après Schædler, 0,941 à 18° pour l'huile lin cuite. Celle-ci commence à bouillir à 130°. et entre 250 et 290° elle se transforme en vernis. Les acides gras ont une densité de 0.8599 à 100° ; ils fondent 11° — 12 — 17° — 24° et se congèlent de nouveau à 13° 3 (Hübl).

Voici les caractéristiques de l'huile de lin d'après E. Milliau :

Densité 0,9325 (très élevée).
Transformation de l'oléine en élaïdine : Pas de solidification.
Saponification sulfurique, 133°.
Indice de brome, 1000.
Point de congélation — 27°5.

Falsifications. — On affirme que l'huile de lin absolument pure est très rare dans le commerce, pour la raison bien simple que la falsification commence dès avant la fabrication par le mélange de graines exotiques aux graines de lin indigènes. Puis, on mélange à l'huile fabriquée des huiles de navette, de moutarde, de coton, de chènevis et même des huiles de poisson ; de l'huile de résine et de la colophane à l'huile cuite. En revanche, l'huile de lin sert à falsifier d'autres huiles d'une valeur plus élevée, telles que l'huile de pavot, l'huile d'amande et même l'huile d'olive.

Une pratique frauduleuse qui, d'après Lyman F. Kebler (1), est toujours en honneur aux Etats-Unis, consiste à ajouter de l'huile minérale aux graines de lin broyées. Un échantillon récemment examiné contenait 35,5 p.100 d'huile qui, extraite par pression, était de couleur foncée, fluorescente et dégageait une odeur anormale. Elle avait une densité de 0,9055 (celle de l'huile de lin normale est de 0,930-0,940), l'indice d'acide libre était de 61 et l'indice de saponification de 99,7, tandis que l'indice d'éther de l'huile de lin normale est de 187-200. — L'huile extraite par l'éther avait une densité de 0,9039, un indice acide de 8,6 et un indice d'éther de 104,1, chiffres qui correspondent à la présence de 14 p.100 d'huile minérale dans la farine. L'huile fixe extraite d'un autre échantillon de farine de lin avait une densité anormale de 0,921, un indice acide de 106, et un indice d'éther de 155.

Emplois. — L'huile de lin est comestible. On l'emploie en outre dans la savonnerie ; elle se saponifie facilement, mais ne donne pas avec la soude un savon assez ferme ; c'est pourquoi on l'emploie de préférence pour la fabrication des savons de graissage. Mais un de ses emplois les plus fréquents est la fabrication des vernis. Il suffit pour cela de la faire cuire pendant un certain temps pour la transformer en un vernis très siccatif. Il vaut mieux cependant ajouter à la cuisson des matières oxy-

(1) Amer. *Journ. Pharmacy*, 1902, p. 39-41.

dantes, telles que la litharge, le peroxyde de manganèse, le borate de manganèse, le minium, etc. L'huile de lin entre également dans la préparation de certains produits pharmaceutiques.

Les tourteaux de lin occupent le premier rang parmi les résidus d'huilerie ; car ils contiennent une grande proportion (17 %) de matières mucilagineuses : ils possèdent presque la même valeur nutritive que le seigle. Les agriculteurs de tous les pays sont unanimes à déclarer que le tourteau de lin est une excellente nourriture pour le bétail ; il a des propriétés émollientes un peu laxatives qui contrastent avec celles de plusieurs autres tourteaux ; son goût est agréable et les animaux le mangent trés facilement ; enfin, il rancit plus lentement que les autres. De temps immémorial on l'utilise en Flandre sous le nom d'*oliebrood* (pain d'huile).

L'expérimentation scientifique est ici parfaitement d'accord avec la pratique. En Angleterre, le docteur Wœlker a étudié comparativement les résidus de lin et ceux de colza. Il attribue la supériorité du tourteau de lin sur celui de colza :

1° A ce que le tourteau de lin ayant un goût agréable, est pris plus avidement par le bétail que celui de colza ;

2° A ce que son huile rancit moins facilement ;

3° A ce que le tourteau de colza renferme davantage de fibres végétales indigestibles que le tourteau de lin, soit 20 p. 100 pour le premier et 9 p. 100 pour le second.

Voici, d'après une analyse due à M. Van den Berghe, la composition du tourteau de lin :

Eau	12,60 0/0	
Matières grasses	13,81 »	
Matières protéiques brutes solubles dans l'eau	17,19 »	32,37
Matières protéiques brutes insolubles dans l'eau	15,18 »	
Matières résineuses	0,47	
Sucre	2,76 »	

Matières mucilagineuses solubles dans l'eau	17,17	»
Matières extractives non azotées, insolubles dans l'eau	7,98	»
Cellulose	6,28	»
Matières minérales	6,56	»

Il y a dans les tourteaux de lin, comme dans les aliments, des variations de composition considérables, qui se rapportent surtout aux matières grasses, puisque leur teneur varie du simple au double.

Production de graine de lin dans l'univers en 1900

D'après le « Crops Reporter », publié par le département de l'agriculture des Etats-Unis, la récolte de graines de lin du monde entier, pour l'année 1900, l'année la plus récente pour laquelle on puisse donner des chiffres exacts, s'est élevée à 64.466.000 bushels, contre 61.726.000 bushels en 1899 et 72.938.500 bushels en 1898. En 1900, la Russie a fourni à elle seule 32,06 p. 100 de la production mondiale, les Etats-Unis d'Amérique 31,2 p. 100, les Indes 18,61 p. 100, la République Argentine 13,75 p. 100 et les autres pays réunis 4,56 p. 100 de la production totale.

Pendant la campagne de fabrication de 1900-1901, les graines de colza ont atteint, aux Etats-Unis, les prix les plus élevés qu'on ait vu depuis vingt ans, soit 1,90 dol. le bushel en juillet 1901. Les exportations de graines pendant l'année fiscale qui se terminait le 30 juin 1901, furent de 2.755.683 bushels, évalués à 4.319.102 dol. Les importations pour la même année, s'élevèrent à 1.631.726 bushels, évaluées à 2.098.207 dol., ce qui laisse un excédent d'exportations de 1.128.957 bushels.

La quantité d'huile qu'on peut extraire d'une quantité de graines comme celle récoltée aux Etats-Unis en 1900 (soit 20.000.000 de bushels), est d'environ 50.000.000 de gallons, et celle de tourteaux d'environ 345.454.600 kilogrammes. L'huile de lin fabriquée aux Etats-Unis est entièrement consommée dans

le pays même, les exportations annuelles de ce produit ne dépassant pas 100.000 gallons. D'un autre côté, la majeure partie des résidus est exportée sous forme de farine ou de tourteaux ; pour la campagne qui se terminait au 30 juin, ces exportations s'élevaient à 206.888.575 kilogrammes, chiffre qui représente approximativement les exportations afférentes à la récolte de 1900.

Sur cette quantité, 33 p. 100 ont été dirigées sur l'Allemagne et 28 p. 100 sur l'Angleterre.

L'importance croissante du Danemark comme acheteur de tourteaux de lin est un fait digne d'attention. Alors qu'en 1895 ce pays n'achetait qu'environ 8 p. 100 des tourteaux exportés par l'Amérique, ses achats se sont élevés à 23 p. 100 pendant l'année fiscale qui se terminait au 30 juin 1900. Pendant l'année fiscale 1899-1900, environ 84 p. 100 des tourteaux et de la farine de lin exportés étaient dirigés sur l'Allemagne, l'Angleterre et le Danemark, les 16 p. 100 restant étant expédiés sur la Hollande, la Belgique et la France. (*Chem. Trade Journal*, 19 avril 1902).

HUILE DE MADIE

Origine. — Elle est fournie par les graines de *Madia sativa Molin*, plante qui, comme le tournesol, appartient à la famile des Composées. Cette plante est originaire du Chili, où elle est cultivée pour la teneur élevée de ses graines en huile. En Europe, sa culture n'est pas très rémunératrice à cause de la maturation inégale de ses graines ; cependant on la cultive dans le sud de l'Allemagne. Elle atteint 0 m. 50 à 0 m. 80 de haut, et porte des fleurs composées qui donnent naissance à des fruits petits, anguleux, allongés, de couleur grise. Les graines contiennent 35 à 40 p. 100 d'huile. Les tiges contiennent un suc d'une odeur répugnante qui rend pénible la récolte des fruits. On les fauche, on les étend en javelles, jusqu'à ce que

la paille soit devenue sèche, puis on obtient les graines par battage.

Le madie réussit mieux dans les terres lehmiques et sableuses que dans les terres lourdes et compactes. Cependant, comme son pivot atteint 0 m. 15 à 0 m. 25 de long, il exige une terre d'une certaine profondeur. Semences : 24 à 35 kilogrammes (0,50 à 0,70 hl.) par hectare. La culture de cette plante est en tout semblable à celle du pavot ; la récolte se fait au bout de 90 à 120 jours, dès que les premières sommités portent des fruits de couleur grise. Si l'on néglige le moment exact de la récolte, on est exposé à de grandes pertes par égrenage spontané. Rendement par hectare : 12 à 22 hectolitres (600 à 1.100 kilog.) de graines à 49-54 kilogrammes et 800 à 1.500 kilogrammes de paille.

Extraction de l'huile. — Pour extraire l'huile des graines, on les passe au crible ou à la machine, pour en éliminer les impuretés, puis on les broie et les presse. Par la pression à froid on obtient 24 à 26 p. 100 d'huile et 33 à 35 p. 100 par la pression à chaud. L'huile obtenue contient le glycéride d'un acide oléique faiblement siccatif, ainsi que de la palmitine, de l'oléine et de la stéarine. Elle a une couleur qui va du jaune clair au jaune foncé, une odeur particulière et une saveur douce rappelant celle de l'huile de noix. A l'état brut, elle est assez épaisse, plus liquide après épuration par l'acide sulfurique ; elle ne sèche qu'incomplètement. Elle rancit facilement et répand dès lors une mauvaise odeur. Elle est soluble à parties égales dans l'éther, dans 6 parties d'alcool bouillant et dans 30 parties d'alcool froid. A l'état brut et à 15°, elle a une densité de 0,935, à l'état épuré une densité de 0,928. Elle se concrète entre — 10° et — 25° quand elle a été extraite à froid, entre — 12° et — 20° quand elle a été exprimée à chaud. On l'emploie pour l'éclairage, pour le graissage des machines et la fabrication des savons. Elle a moins de valeur comme huile comestible.

Les savons, à base de soude, sont fermes et inodores.

L'huile de madie ne se trouve que rarement dans le commerce. La culture de cette plante n'a pas été trouvée rémunératrice et a été, par suite, abandonnée partiellement. On lui reproche de trop épuiser le sol ; en outre, la navette ou le colza, cultivés dans le même terrain, donnent de meilleurs résultats. Enfin, les tourteaux de madie, de couleur gris foncé, n'ont qu'une faible valeur nutritive, par suite de leur forte teneur en cellulose lignifiée.

Leur composition chimique est la suivante :

Eau	11,2 0/0
Matière grasse	15,0 »
Matière azotée	31,6 »
Matières extractives non azotées	9,3 »
Cellulose	25,7 »
Cendres	6,7 »

HUILE DE MILLET

Les graines de millet, notamment celles du millet commun (*Panicum miliaceum*) renferment une certaine quantité d'huile, surtout dans la couche périphérique, qu'on enlève dans la fabrication de la farine de millet. Ces déchets pourraient être utilisés pour l'extraction de l'huile qui y est contenue dans la proportion de 18 à 19 p. 100. L'huile est jaune clair, d'une odeur agréable, d'une saveur d'abord douce, puis irritante. Elle ne donne pas la réaction élaïdique ; elle est donc siccative. Elle se compose d'acide linoléique (95,8 p. 100) et de faibles quantités d'acides gras. L'huile obtenue par diffusion au moyen d'un dissolvant contient 95 p. 100 d'acide $C^{10}H^{34}O^{2}$ qui s'oxyde à l'air. Elle est soluble dans l'alcool à 95°. Si l'on étend la solution alcoolique avec de l'eau, elle se sépare en deux couches dont la supérieure, alcoolique, a une réaction acide et ne donne pas de glycérine à la saponification. Quand on extrait l'huile au moyen de l'éther et qu'on laisse ensuite s'évaporer le dissolvant, l'huile précipite de petites paillettes cristallines

solubles dans le chloroforme, le sulfure de carbone et la benzine. Dans le chloroforme elles se cristallisent en paillettes incolores, en forme de bâtonnets, qui fondent à 270° C, entrent en ébullition à 350° C en se décomposant ; elles correspondent à la formule $C^{13}H^{20}O$. Ce corps, appelé *panicol*, est un alcool tertiaire $C^{12}H^{17}OCH^{3}$. (G. Kassner, *Chem. Ztg.* 1887. — *Chem. Centralbl.*, 1888.)

HUILE DE NIGER

L'huile de Niger provient d'une plante oléagineuse annuelle appelée *Guizotia oleifera* (Composées), originaire d'Abyssinie ; elle est cultivée aux Indes et à la côte orientale d'Afrique. Les graines de cette plante sont longues de 4-6 millimètres, larges de 2-3 millimètres à leur partie la plus large, de couleur noire et de forme arrondie, presque cylindrique. Le péricarpe représente à peu près 20 p. 100 de la graine ; celle-ci contient de 40 à 45 p. 100 d'huile. Dans le commerce, on distingue les graines de Niger importées d'Afrique et celles importées des Indes, où elles sont appelées *Ram-til*. On en extrait l'huile par pression à froid, puis à chaud, en France, en Angleterre et en Allemagne. Cette huile est jaune pâle, très fluide, claire, et possède une saveur agréable de noisette ; sa densité est de 0,9242 à 15°. Elle n'est que faiblement siccative ; elle se compose d'oléine, de linoléine, de myristine, de stéarine et d'un peu de palmitine. Elle se concrète à — 15°. Aux Indes, on l'emploie pour la cuisine et pour l'éclairage. En Europe, on l'emploie pour l'éclairage, dans la fabrication des savons et pour le graissage des machines. Le savon à base de soude est mou et très blanc. Les tourteaux constituent un excellent aliment pour le bétail.

Composition des graines et des tourteaux de Niger (Schædler).

	Graines de Niger	Tourteaux de Niger
Huile	42,89 0/0	5,36 0/0
Substances organiques ..	47,08 »	76,50 »
dont matières protéiques	19,45 0/0	32,60 0/0
Cendre	3,61 »	8,30 »
Humidité	6,42 »	9,84 »
	100,00 0/0	100,00 0/0

La cendre des graines contient :

Potasse	18,64 0/0
Soude	11,28 »
Magnésie	14,32 »
Chaux	15,50 »
Oxyde de fer	0,62 »
Chlore	4,23 »
Acide sulfurique	4,00 »
Acide silicique	8,16 »
Acide phosphorique ..	23,25 »
	100,00 0/0

HUILE DE NOIX

Origine. — L'huile de noix est extraite des fruits du noyer commun (*Juglans regia*). Cet arbre, originaire de la Perse, se rencontre dans toute l'Europe centrale. Il est très répandu en Alsace, dans tout le centre de la France, dans les Charentes, la Dordogne, l'Isère, la Franche-Comté et la Picardie ; en Italie et en Espagne, en Belgique, en Hollande, etc. Le fruit du noyer renferme sous une enveloppe verte et charnue une noix brune, monospermatique, qui contient l'amande. Celle-ci est entourée d'un péricarpe jaune très mince. Après la récolte, les noix sont séchées à l'ombre, puis conser-

vées pendant 3-4 mois ; elles complètent alors leur maturation et se débarrassent du suc laiteux qu'elles contiennent encore et qui rendrait difficile la clarification de l'huile. Conservées trop longtemps, les noix sont exposées à rancir ou à moisir si elles ne sont pas conservées dans un local très sec.

Extraction de l'huile. — Les noix contiennent de 40 à 50 p. 100 d'huile. On écrase les coques et sépare les amandes qui, écrasées sous une meule, sont soumises à la pression à froid (huile vierge). Le résidu est trituré, humecté d'eau tiède, puis pressé à chaud. La première pression fournit 30 à 35 p. 100 d'huile, la deuxième 10 à 15 p. 100. Parfois on presse directement à chaud les amandes broyées ; on obtient alors environ 40 p. 100 d'huile de moins bonne qualité.

D'après Th. Graham et Kellog (Brevet allemand n° 109.237), on soumet les noix à une température de 150 à 180° C qui leur fait subir une légère torréfaction. Les amandes, débarrassées des coquilles et de leur épiderme, sont réduites en pâte au moyen d'un moulin. La masse pâteuse est ensuite portée dans un cylindre mélangeur et humectée par une addition d'eau. Tandis qu'on y ajoute l'eau lentement, l'huile commence à se dégager de la masse, et vient surnager le liquide par suite de la différence de densité.

On a observé qu'en ajoutant 32 litres d'eau on pouvait obtenir 32 litres d'huile par 100 kilogrammes de noix. Il en résulte qu'il faut ajouter environ un litre d'eau pour obtenir un litre d'huile. Cependant, le rendement en huile diffère un peu suivant la température du mélange : le rendement maximum correspond à une température d'environ 55° C, tandis qu'à 4° il est plus faible de 3 à 4 p. 100. Avec ce procédé on ne peut évidemment retirer toute l'huile contenue dans les noix ; le meilleur résultat qu'on ait pu atteindre avec des noix contenant 45 p. 100 d'huile est un rendement d'environ 33 p. 100.

Propriétés chimiques. — L'huile de noix contient les mêmes glycérides que l'huile de lin et, en outre, de la myristine et une importante proportion de laurine. D'après Hazura,

l'acide nucique se compose d'environ 80 p. 100 d'acide linoléique, 13 p. 100 d'acide linolénique et isolinolénique et 7 p. 100 d'acide oléique. Comme cette huile contient moins de linoléine que l'huile de lin, elle fournit moins de linoxine à la dessiccation que cette dernière. 100 grammes d'huile de noix sont saponifiés par 19 gr. 6 de potasse caustique. L'huile de noix est très exposée à rancir.

Propriétés physiques. — L'huile de noix obtenue par expression à froid est incolore ou légèrement verdâtre, elle devient jaunâtre en vieillissant ; elle possède une saveur agréable. En rancissant, elle contracte une saveur très désagréable et devient purgative. L'huile obtenue par pression à chaud a une couleur plus foncée, une saveur moins fine et dégage en brûlant une odeur désagréable. Elle est assez fluide et possède à 15° une densité de 0,926, d'après E. Milliau. Elle est liquide à — 15° ; à partir de cette température, elle commence à s'épaissir pour se congeler à — 26-28°. Elle est presque insoluble dans l'alcool froid, très peu soluble dans l'alcool bouillant (1 : 60). En se refroidissant, elle précipite des cristaux d'acides gras qui fondent à 20° et se solidifient de nouveau à 15°.

Les constantes de l'huile, déterminées par de Negri et Fabris (1), sont les suivantes :

Densité à 15°	0,9265
Point de fusion des acides gras	16-18° C
Elévation de température	96° C
Indice d'iode	144,5-145,1
Indice des acides gras	150,05
Indice de saponification	193,8-197,3

Les propriétés caractéristiques sont les suivantes, d'après E. Milliau :

Densité, 0,926.
Transformation de l'oléine en élaïdine : pas de solidification.
Saponification sulfurique : 101 degrés.
Indice de brome : 0,737.
Point de congélation : — 30° C.

(1) De Negri et Fabris. *Annali del Laborat. chim. delli Gabelli*, 1891.

Falsifications. — L'huile de noix ne peut être falsifiée que par le mélange d'huile de lin.

Emplois. — L'huile de noix vierge obtenue par expression à froid constitue une excellente huile comestible, valant celle de pavot pure. De même, dans les arts elle est très estimée, au point qu'on la préfère à l'huile de lin ou de pavot dans la préparation des couleurs fines. On l'emploie aussi dans la fabrication de l'encre pour l'impression en taille-douce. On s'en sert aussi parfois pour l'éclairage, et plus rarement pour la fabrication du savon. Les résidus sont excellents pour l'alimentation du bétail.

L'huile de noix américaines provient des noix de carya qui végètent dans l'Amérique du Nord et qu'on plante souvent en France comme arbres d'ornement. Cette huile a de l'analogie avec l'huile de noix, mais ne la vaut pas ; elle est comestible et sert pour l'éclairage.

HUILE DE NOISETTE

On l'extrait de la noisette (*Corylus avellana*), qui en contient 50 à 60 p. 100. On débarrasse les noisettes de leur coque, de leur tunique séminale jaune cannelle, on les broie et on les presse ensuite à froid. Les résidus de la première pression sont ensuite triturés avec un peu d'eau chaude, puis soumis à une nouvelle pression. Le rendement en huile peut aller jusqu'à 60 p. 100. Cette huile a une grande analogie avec l'huile d'amande. Elle est claire ou jaune claire, inodore, d'une saveur douce et agréable, d'une consistance un peu épaisse ; elle rancit facilement et renferme principalement les glycérides des acides oléique, palmitique et stéarique, et un peu d'acide arachidique. Sa densité à 15° est de 0,9169. Pressée à froid, cette huile est souvent employée en place de l'huile d'amande ; elle trouve des applications dans la pharmacie et dans la parfumerie. L'huile pressée à chaud est utilisée comme lubrifiant ; on

l'emploie aussi pour l'éclairage et parfois pour la savonnerie car elle fournit avec la soude un très beau savon. D'après Lichtenberg, elle sèche facilement et peut être employée dans la préparation des couleurs à l'huile. A ce titre, il semblerait qu'elle appartienne plutôt à la catégorie des huiles siccatives. Cependant, elle n'est pas siccative ; elle forme rapidement une masse dure jaune clair lorsqu'on la soumet à l'essai de l'élaïdine. Elle contient 0,0035 p. 100 d'acides libres ; son indice de saponification est 191,4, son indice d'iode 83,2. Elle ne se solidifie que si on la maintient pendant longtemps à 20° C, et ne se liquéfie ensuite qu'à 4°. Le point de solidification de ses acides gras est 9° ; leur point de fusion 17°. A 15° les acides gras sont solubles dans leur volume d'alcool, et restent en solution si l'on augmente la quantité d'alcool.

L'huile de noisette ne donne pas de réaction caractéristique lorsqu'on la traite par les acides, les mélanges d'acide ou l'acide chlorhydrique et le sucre (1).

Les autres constantes chimiques et physiques sont les suivantes, d'après J. Hanus (2).

Indice de saponification	193,7
Indice de Hehner	95,6
Indice de Reichert	0,99
Indice d'iode	90,2
Indice d'acétyle	3,2
Indice de saponification des acides gras	200,6
Indice d'iode —	90,6
Indice de saponification des acides gras non saturés.	198,5
Indice d'iode — —	91,3
Poids moléculaire — —	282,0
Glycérine — —	10,41 0/0.

D'après l'analyse faite par l'auteur l'huile de noisette a la composition suivante :

Acide oléique	85
Acides palmitique et stéarique	10
Glycérine (calculée d'après l'indice de saponification)	10,41
Phytostérine	0,50

(1) *Pharm. Zeitung*, 1894.
(2) *Zeitschr. Unters. Nahrungs u. Genussmittel*, 1899, 617.

HUILE DE PAVOT OU D'ŒILLETTE

Le pavot *Papaver somniferum L.*) (Papaveracées) est cultivée dans nombre de pays, en Europe, en Asie et en Afrique. Ses graines contiennent de 50 à 60 p. 100 d'huile grasse facilement digestible. Les pavots à gros grains sont plus spécialement cultivés en vue de la fabrication de l'huile, tandis que ceux à petits grains sont surtout cultivés dans l'Europe méridionale et en Orient pour l'extraction de l'opium et la préparation de divers aliments.

Longueur des graines 1,5 millimètre, largeur 1,1 millimètre, épaisseur 0,9 millimètre. Poids des graines : 0,239-0,425-0,698 grammes. Pureté 99,5 p. 100 ; pouvoir germinatif 60-80-90 p. 100. L'opium — le suc laiteux desséché — contient 17 alcaloïdes différents, tous toxiques, parmi lesquelles jusqu'à 15 p. 100 de morphine, 2-4 p. 100 de narcotine, 1 p. 100 de codéine, 1 p. 100 de thébaïne, traces de papaverine, de rhœadine, etc. Le moyen le plus simple de recueillir le suc laiteux, qui se trouve réparti dans toutes les parties de la plante, consiste à faire des incisions longitudinales ou transversales dans l'ovaire encore vert. C'est le pavot géant, à fleurs bleues, qui fournit le rendement plus élevé.

Les variétés de pavots se divisent en pavot ordinaire, *pavot noir* ou *ouvert*, et en pavot *fermé*. La première est ainsi appelée parce qu'elle a les graines noires ou mieux gris foncé, et aussi parce que ses capsules ont des opercules sous le disque stigmatifère par lesquelles les graines pourraient s'échapper à la maturité, si la plante était violemment secouée. La seconde dont les capsules sont plus grosses, n'a pas les ouvertures de la première et porte des graines blanchâtres, d'où le nom de *pavot aveugle*, *pavot blanc* qu'on lui donne. Le pavot noir ou ouvert fournit des rendement plus élevés que le pavot aveugle

ou blanc ; c'est pourquoi on le cultive de préference à ce dernier.

Si l'on se base sur la couleur des fleurs, la grosseur et la couleur des graines, on distingue : les pavots ouverts ou aveugles à graines grises, pétales blanches, rouges ou brunes ; pavots à graines bleues d'acier, pétales rouge sang, rouge foncé à la base, et pavots à graines blanches, grasses, riches en huile, pétales blanches tachetées de rouge à la base, mais d'un rendement moins élevé que les précédents.

Le rendement en graines est de 12-15-20 hectolitres (700 900-1.200 kilogrammes) à l'hectare ; il est moins élevé que pour le colza, mais il est beaucoup plus sûr. Le pavot à graines blanches pèse 54 à 60 kilogrammes par hectolitre, celui à graines grises 56 à 62 kilogrammes. Prix : 55 à 62 francs les 100 kilogrammes. Rendement en tiges : 1900 à 2.500 kilogrammes ; elles sont impropres à l'alimentation du bétail et ne possèdent que peu de valeur comme litière. Le mieux est de les employer comme combustible.

Le pavot noir ou ouvert est cultivé dans le nord de la France, en Belgique, en Alsace-Lorraine, en Allemagne, etc.

Extraction de l'huile. — On extrait l'huile des graines de pavot par la pression à froid ou à chaud ; à froid, on obtient 30 à 40 p. 100 d'huile par la première pression et 22 à 25 p. 100 par la seconde. D'après Renard, le rendement par la pression froide, suivie d'une pression à chaud, est de 37 à 39 p. 100 dans les huileries de Lille, d'Arras, de Douai, de Cambrai, etc. La première pression à froid donne l'huile blanche ; les résidus sont ensuite triturés, réchauffés et soumis à une seconde pression qui fournit alors l'huile rousse ou de fabrique. Quand les graines sont de mauvaise qualité, on les traite directement par la pression à chaud, qui fournit également l'huile rousse. Une troisième pression fournit une huile d'une qualité encore inférieure à celle de deuxième pression.

Propriétés chimiques. — L'huile de pavot renferme de la linoléine, de l'oléine, de la stéarine et de la palmitine. D'après

Mulder, elle contiendrait aussi de la laurine et de la myristine. ce qui est inexact, mais sa teneur en linoléine est plus faible que celle de l'huile de lin. Le résidu de la dessiccation a également une couleur moins foncée que celui de l'huile de lin. D'après Hazura, l'acide « papavérique » se composerait de 30 p. 100 d'acide oléique, 65 p. 100 d'acide linoléique et 5 p. 100 d'acide linolénique et isolinolénique (voir Huile de lin). La saponification de 100 grammes d'huile exige 19 gr. 28 à 19 gr. 46 de potasse caustique.

Propriétés physiques. — L'huile de pression à froid est de couleur jaune pâle ou jaune d'or clair ; elle possède une saveur douce, agréable, rancit difficilement et ressemble à l'huile d'olives. L'huile rousse est jaune foncé, possède une odeur qui rappelle celle de l'huile de lin et une saveur âpre, désagréable, irritante. L'huile de pavot a une densité de 0,924 à 0,925 à 15°. Elle se congèle entre — 17°7 et — 20° et ne fond ensuite qu'à — 2°. Les acides gras fondent à 20°5 et se congèlent à 16°5. L'huile est soluble dans un égal volume d'éther, dans 25 à 30 parties d'alcool à froid et dans 6 à 8 parties d'alcool à chaud.

De Negri et Fabris ont trouvé les constantes suivantes (1), qui sont conformes à celles trouvées par d'autres chimistes :

Densité à 15° C.	0,927
Point de fusion des acides gras	20° à 21° C.
Elévation de température	87° à 88°5 C.
Indice d'iode	136,82 à 137,55
Indice d'iode des acides gras	139
Indice de saponification	193.4 à 193,8

Falsifications. — L'huile de pavot est très estimée comme huile comestible. Aussi, on la falsifie parfois avec les huiles de sésame, d'arachide, de faîne et de lin. On vend aussi comme huile de pavot blanche de l'huile d'olive falsifiée avec de l'huile de sésame ou d'arachide.

(1) Laborat. chim. delli Gabelli, 1891.

Emplois. — L'huile blanche est employée comme huile comestible, et beaucoup de personnes la préfèrent même à l'huile d'olivés ; on l'emploie aussi en pharmacie sous forme d'émulsion. On s'en sert encore dans la préparation des couleurs à l'huile fines qu'on tient à faire sécher lentement, dans la fabrication des vernis à la litharge. Enfin, l'huile rousse est employée dans la savonnerie ; on l'employait surtout, avant que les huiles de sésame et d'arachide ne fussent venues lui faire concurrence, comme adjuvant dans la fabrication des savons marbrés de Marseille, qu'elle rendait plus tendres et faisait sécher plus lentement. Actuellement, on n'emploie plus, dans la fabrication du savon et particulièrement des savons de graissage, que les fonds de bac et les dépôts éliminés par l'huile brute dans les récipients de déposage.

Les résidus de la pression sont utilisés pour l'alimentation du bétail. Les tourteaux de pavot sont les plus riches en acide phosphorique parmi tous les tourteaux. Ceux qui nous viennent des Indes ont une valeur moindre, ainsi qu'on peut s'en convaincre par les résultats d'analyse comparative faite par M. Decugis (1).

	Par voie d'Europe	Par voie de l'Inde
Eau	10,67	11,57
Huile	10,50	6,33
Azote dans les matières organiques	5,88	5,81
Cendres	9,67	6,25

HUILE DE PAVOT CORNU

Cette huile est extraite par expression des graines du pavot cornu (*Glaucium favum* Scop., *Chelidonium glaucium* L.), de la famille des Papaveracées. Cette plante, qui a été signalée tout d'abord par Cloez, pousse très bien dans les terrains pier-

(1) Decugis. Les tourteaux de graines oléagineuses. Tonlon, 1876.

reux et sablonneux des bords de la mer et dans un grand nombre de terrains crayeux et incultes ; elle fournit une huile d'excellente qualité. Un hectare de terre produit 10 hectolitres, ou 665 kilogrammes de graines par an, qui fournissent 31 à 32 p. 100 d'huile à la pression à chaud. Cette huile est jaune pâle, propre à l'éclairage, à la fabrication du savon et à la préparation des couleurs. Le bénéfice net de la culture du pavot cornu serait assez élevé, d'après Cloez, et malgré cela on ne parait guère s'en occuper.

L'huile de pavot cornu extraite à froid est inodore et insipide, de couleur jaune clair et d'une densité de 0,913. Elle dépose à la longue une matière cristallisable présentant tous les caractères de la margarine. Elle peut être employée dans l'économie domestique. Elle absorbe lentement l'oxygène de l'air, et de même que les autres huiles siccatives, elle ne se solidifie pas par l'action de l'acide nitreux. L'huile de pavot cornu ne se trouve pas dans le commerce.

HUILE DE PÉPINS DE RAISIN

Origine. — Cette huile est extraite des pépins de raisin. Chaque grain de raisin contient de 3 à 5 pépins, dont la teneur en huile varie de 10 à 20 p.100. On affirme que les pépins de raisin rouge sont plus riches en huile que ceux du raisin blanc ; que l'âge de la vigne, le cépage, l'exposition, le degré de maturation du raisin influent également sur la richesse en huile des pépins. Quoi qu'il en soit, l'extraction de l'huile des pépins paraît avoir été pratiquée dans le midi de la France, et en Italie depuis le siècle dernier.

Extraction de l'huile. — Les pépins doivent être préalablement bien séchés, condition essentielle pour fournir une huile de bonne qualité. A cet effet, on les étend en couches minces qu'on retourne de temps en temps ; ensuite on en sépare les impuretés par un criblage, puis on les broie dans un

moulin à meules en y ajoutant de temps en temps un peu d'eau chaude pour prévenir l'empâtement. La pâte étant finement réduite, on la met en scourtins qu'on empile sur la presse. Le tourteau est ensuite trituré et moulu une seconde fois, puis pressé de nouveau. Les scourtins ne doivent jamais être employés à la pression d'autres matières oléagineuses. Tel est le procédé généralement employé.

Dans le midi de la France on y apporte quelques légères modifications. Tout d'abord on sèche le marc de raisin, puis on tamise les grains et on les nettoie. Les grains, bien secs, sont moulus aussi finement que possible et légèrement mouillés vers la fin de l'opération. La pâte ainsi obtenue est ensuite chauffée dans un chaudron ; pendant ce chauffage on ajoute peu à peu 30 p. 100 d'eau qu'on mélange intimement avec la pâte pour éviter la formation de grumeaux. On met ensuite la pâte en scourtins et on met sous presse. Plus le chauffage dans le chaudron a été soigné, plus est élevé le rendement en huile. Les tourteaux de première pression sont pressés une seconde fois comme il a été dit plus haut.

100 kilogrammes de pépins rendent 10 à 12 p. 100 d'huile brute.

Propriétés chimiques. — L'huile de pépins de raisin se compose des glycérides de l'acide érucique et, en petite quantité, des acides stéarique, palmitique et autres. Elle rancit à l'air et se déssèche lentement, elle est facile à saponifier.

Propriétés physiques. — L'huile obtenue par la pression à froid et soigneusement épurée est jaune clair ou jaune d'or, de saveur douce et de consistance assez fluide ; sa densité à 15° est de 0,9202. Elle se congèle à — 11°25 suivant Andès, à — 16-17° d'après Schædler. Elle est très soluble dans l'éther, peu soluble dans l'alcool, soluble à la température de 70° dans un égal volume d'acide acétique de densité 1,0562. L'huile obtenue par pression à chaud est brunâtre, de saveur âcre et amère ; il en est de même de l'huile exposée à l'air. Traitée par

l'acide sulfurique et par l'eau, elle se purifie comme les autres huiles et paraît alors plus blanche et plus limpide.

De l'huile extraite des graines de raisin par un mélange d'éther et d'alcool a été examinée par T. M. Horn (1) qui a obtenu les résultats suivants :

Densité à 15° C	0,9561
Teneur en acides gras (Indice de Hehner).	92,13
Indice d'acide	16,2
Equivalent de saponification	178,4
Acides gras volatils p. 100	0,46
Indice d'iode	94,05
Glycérine p. 100	8,87
Indice d'acide des acides gras	187,4
Indice d'iode des acides gras	98,65
Indice d'acide des acides gras acétylés	137,1
Equivalent de saponification des acides gras acétylés	281,6
Indice d'acétyle	144,5

Emplois. — Contrairement à certaines assertions qui s'appliquent, il est vrai, à l'huile obtenue par diffusion au moyen de sulfure de carbone, l'huile de pépins soigneusement préparée et épurée est une huile comestible excellente, et d'un usage économique en raison de sa forte teneur en matière grasse. Elle constitue aussi une bonne huile d'éclairage, donnant une flamme claire et brûlant sans odeur ni fumée. On l'emploie également en savonnerie. Les résidus sont utilisés comme combustible.

HUILE DE PIN

Les graines de pin (*Pinus abies L.*) contiennent 25 à 30 p. 100 d'huile qu'on extrait en grandes quantités dans la Forêt Noire. On dessèche les pommes de pin au four et on débarrasse les grains de leurs ailes. Obtenue par pression à froid, l'huile est

(1) *Mitt. d. Techn. Gew. Museums*, 1891, 185-187.

jaune clair ; extraite par pression à chaud, elle est jaune d'or. Sa densité est de 0,9288 à 15°, elle se congèle à — 27° 5. On l'emploie dans la fabrication des vernis et des couleurs à l'huile, ainsi que pour l'éclairage. Le rendement par pression est de 24 p. 100.

HUILE DE PIN SYLVESTRE

Les graines du pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) renferment 25 à 30 p. 100 d'une huile jaune brunâtre, d'odeur et de saveur analogues à celles de l'essence térébenthine, se desséchant facilement et propre à la fabrication des vernis. Elle a une densité de 0,9312 à 15° ; elle se congèle à — 30°. Les graines rendent 24 p. 100 d'huile. Celle-ci est souvent employée pour l'éclairage.

HUILE DE SAPIN

Extraite des graines de sapin (*Pinus picea L.*) qui en contiennent 25 à 30 p. 100. Elle est jaune brun, possède une odeur et une saveur aromatiques qui rapppellent l'essence de térébenthine. Densité 0,925 à 15°. Elle se congèle à — 27°, contient un peu de résine dissoute et est un peu moins siccative que l'huile de pin. On l'emploie pour l'éclairage et la fabrication des vernis.

HUILE DE RAVISON

Le ravison ou moutarde des champs (*Sinapis arvensis L.* Crucifères) est une plante annuelle très commune dans une grande partie de l'Europe. Sa tige peut atteindre 0m 58 à 0m 60. Ses feuilles, presque glabres, sont inégalement sinuées, dentelées

et munies d'un court pétiole. Ses fleurs jaunes, plus grandes que celle de la moutarde noire, ont un calice très étalé.

Les fruits sont des siliques cylindriques, marquées de côtes longitudinales et se relèvent par distances en bosselures renfermant chacune une graine.

En France il est rare qu'on cultive le ravison, qui possède un grand pouvoir de dissémination, car une fois qu'il est semé dans une terre, ses graines restées sur le sol germent et fournissent une récolte.

On extrait l'huile des graines par la pression ou par les dissolvants ; par deux pressions on obtient 21 à 23 p. 100 d'huile.

	1re pression	2e pression	Total
Les graines du Danube fournissent	15	18	23 °/o
— de Russie —	14	8	22 —

Cette huile est jaune, d'une saveur légèrement piquante. Son odeur ne présente rien de particulier. Elle se congèle à — 16° C; sa densité à 15° C est de 0,921.

Après épuration par les acides, elle est employée pour l'éclairage et s'y comporte comme l'huile de colza. Elle est assez recherchée par suite de son bon marché relatif.

Cette huile est peu appréciée par la savonnerie, car elle se dessèche trop vite et rend le savon cassant.

Les tourteaux de ravison contiennent 5 p. 100 d'azote et 1,02 p. 100 d'acide phosphorique, ils sont employés comme engrais.

HUILE DE SAFFLOR OU DE CARTHAME

Le safflor, *Carthamus tinctorius* L. (Composées), est surtout cultivé pour ses fleurs qui servent pour la teinture en rouge de la soie et pour la préparation de certains fards. Ses graines, qui ont 7-8 millimètres de long, 4-5 millimètres de large, 3,5-4 millimètres d'épaisseur et pèsent 19,2 — 32,9 —

46,7 grammes fournissent 30 à 35 p. 100 d'une huile jaune clair, très fluide et très estimée, qui est comestible.

Le safflor réussit partout où réussit le tournesol. Il aime les terres légèrement calcaires, chaudes, se trouvant en bon état de fertilité. On plante la graine (blanches comme l'ivoire et ayant quelque ressemblance avec celles de tournesol) en avril, en lignes écartées de 40-50 centimètres et à des distances de 15 centimètres sur la ligne. Cette plante est généralement cultivée comme plante sarclée. Semence : 16 à 25 kilogrammes (0,3 à 0,5 hectolitres) par hectare.

Au moment de la floraison, en août, on passe par les champs de safflor tous les 2-3 jours, on cueille toutes les fleurs colorées rouge foncé et commençant à se faner et on les sèche à l'ombre sur une claie aérée. Les graines font l'objet d'une autre récolte fin septembre. Les tiges, à cause de leurs feuilles raides, épineuses, n'ont qu'une faible valeur alimentaire. Rendement par hectare 85-280 kilogrammes de fleurs sèches dont la valeur varie de 4 fr. à 4 fr. 50 le kilogramme ; 20-30 hectolitres (900 à 1400 kilog.) de graines à 38-46-50 kilogrammes et 2.000 à 3.000 kilogrammes de tiges.

En Egypte, aux Indes et en Chine, où le safflor est surtout cultivé pour sa belle matière colorante, on extrait de sa semence environ 20 p. 100 d'huile sur 30-35 p. 100 qu'elle contient. Mais celle-ci n'est l'objet d'aucune exportation, parce que la plante n'est nulle part cultivée en grand. C'est au contraire la plante favorite du petit cultivateur, qui la sème en bordure de ses champs et d'une façon générale, partout où il trouve un emplacement inoccupé. Un hectolitre de graines rend 16 kilogrammes d'huile, 100 kilogrammes de graines brutes rendent 40 kilogrammes de graines décortiquées et 60 kilogrammes d'écorces de peu de valeur.

Le safflor est également cultivé dans le Midi de la France et en Allemagne (Thuringe). Ses fleurs sont employées en teinturerie et pour la falsification du safran.

La culture du safflor est en voie de grand développement

dans le Caucase et le Turquestan à la fois pour l'huile grasse et la matière colorante. L'huile a une saveur agréable, surtout quand elle est fabriquée avec des graines décortiquées. Elle a une belle couleur jaune pâle, et sa valeur est égale à celle de l'huile de tournesol de première qualité. La culture du safflor est très rémunératrice. La plante est moins sujette à souffrir du climat et des insectes que le tournesol; c'est pourquoi sa culture ne fera qu'augmenter.

Malheureusement, on n'a pas encore trouvé de machine pour décortiquer la graine. Comme nous l'avons dit plus haut, l'écorce forme 60 p. 100 du poids de graines, ce qui rend leur transport très onéreux. Le docteur Lewkowitsch a étudié ce problème depuis plusieurs années et il espère fournir d'ici peu une machine qui fournira un travail satisfaisant (1).

L'huile de safflor a été étudiée par N. Tilaykow (2), qui lui a trouvé les constantes suivantes :

	Huile obtenue par expression	Huile obtenue par dissolvant.
Densité à 0°C	0,936	0,934
» à 15°C	0,916	0,925
Index de réfraction à 16°C (Abbé)	1,477	1,477
Absorption d'oxygène en 2 jours (procédé Livache)	6,4 0/0	»
Indice de saponification (Kœststorfer)	172	194
Indice de Hehner	93,87	90,78
Indice d'iode	126	130
Indice de Reichert-Meissl	0,88	0,69
Glycérine	11,91 0/0	13,95 0/0
Indice d'acide	10,39 mgr.	1,25 mgr.
Eau	0,33 0/0	—

La teneur en acides gras volatils était très faible; ces acides n'ont pas été étudiés davantage.

HUILE DE SEIGLE

L'huile de seigle constitue un sous-produit de la fabrication de l'amidon. Elle a été étudiée par C.-G. Hopkins (3). Elle a

(1) *Journ. Soc. chem. Ind.*, 1903, 10.

(2) *Chem. Rev. Fett u. Harzind*, 1902, p. 106.

(3) *Journ. Amer. chem. Soc.*. 1898, 948.

une coloration jaune ; sa densité, déterminée au moyen de la balance de Westphal, varie entre 0,9245 et 0,9262. L'auteur établit le point de fusion en faisant tomber une goutte de l'huile dans un vase refroidi à — 50°C où elle se solidifia immédiatement et devint opaque, puis en la faisant revenir peu à peu à la température ordinaire. A 14° l'huile redevint transparente ; à — 2,3° elle redevint liquide ; à 10° l'huile concrète redevint molle. L'indice d'iode de Hübl fut trouvé être de 121,7-123. Si on expose cette huile à l'air elle n'absorbe pas d'oxygène. Mais si on la chauffe, elle commence d'abord par augmenter de poids, puis elle revient à son poids primitif en prenant une teinte foncée, ce qui permet de conclure à la formation de produits volatils. Sa teneur en lécithine, déterminée par la fusion de l'huile avec de la soude et du salpêtre, et par le dosage du phosphore total, fut trouvée être de 1,49 p. 100. Cholesterine 1,33 à 1,40 p. 100. Sa teneur en acide gras totaux s'élève à 93,57 p. 100. Ces acides absorbent avidement l'oxygène de l'air, ce qui est d'ailleurs révélé par l'indice d'iode qui, de 130,7 a passé à 126,4. Cette huile ne contient pas d'acides gras libres. L'auteur a cherché à séparer les acides gras en employant le procédé de Muter, qui est basé sur la solubilité dans l'éther des sels de plombs formés par les acides gras non saturés.

Comme éléments de l'huile de seigle, il indique :

Cholesterine..............	1,37 0/0
Lécithine..................	1,49 »
Stéarine..................	3,66 »
Oléine....................	44,85 »
Linoléine................	48,19 »

HUILE DE SOJA HISPIDA (Huile de pois).

Origine. — Cette huile est extraite d'une plante herbacée de la famille des légumineuses ; elle est originaire de la Chine et du Japon où les graines ont une grande valeur comme comes-

tible. Depuis quelques années, cette plante est devenue particulièrement intéressante à divers points de vue. En Allemagne on utilise ses fèves pour la préparation de la levure artificielle de distillerie. Les fèves de Soja renferment, en effet, une importante proportion de matière fermentescible, ainsi qu'un ferment analogue à la diatase du malt, qui transforme la fécule en sucre fermentescible (1).

Elles contiennent, en outre, 18 p. 100 d'huile qui, extraite par diffusion au moyen d'un dissolvant, a une densité de 0,927. Cette huile, bien que siccative, sèche lentement et a quelque analogie avec celle des pépins de citrouille.

Elle possède des propriétés laxatives ; elle se distingue par sa coloration brune jaunâtre et par une faible odeur aromatique. Elle se congèle au froid ; c'est une huile demi-siccative. Pour saponifier 100 grammes d'huile de soja il faut 19,48 grammes de potasse caustique, l'insaponifiable est de 0,22 p. 100. (*Chem. Ztg.* 1886). Les graines de Soja, ainsi que l'huile qui en est extraite, sont comestibles en Chine et au Japon.

Ses constantes sont les suivantes (2) [conformes à celles trouvées par Stingl et Morawski (*Chem. Ztg.* 1886, 140] :

Densité à 15°C	0,924
Point de solidification	8°-15°C.

Acides gras :

Point de fusion	27°-29°C.
Point de solidification	23°-25°C.
Elévation de température	59°C.
Indice d'iode	121,3.
Indice d'iode des acides gras	122
Indice de saponification	192,5

(1) D'après Meissl et Boecker, les fèves de Soja contiennent : eau 10 p. 100, caséine soluble 30 p. 100, albumine 0,5 p. 100, caséine insoluble 7 p. 100, huile 18 p. 100, dextrine 10 p. 100, cholestérine, lécithine, résine et cire 2 p. 100. Sa teneur en amidon varie suivant le degré de maturité : les fèves complètement mûres en contiennent très peu.

(2) D'après De Negri et Fabris. *Annali del Laborat. chim. delle Gabelli*, 1891.

Coup d'œil sur la fabrication de l'huile de Soja en Chine (1). — Sur les dix-sept plantes oléagineuses cultivées en Chine, il y en a huit qui végètent à l'huile de Formose ; parmi celles-ci la fève de Soja est de beaucoup la plus importante au point de vue de la fabrication de l'huile. Le Soja comprend deux espèces : l'une à fèves jaune pâle à l'extérieur et à l'intérieur, l'autre à fèves vertes. Ce sont vraisemblablement deux sous-variétés de la même espèce.

Le procédé d'extraction de l'huile mérite d'être décrit. Les fèves sont d'abord broyées dans une grande meule en pierre ; elles sont ainsi réduites en galettes rondes, peu épaisses, qui subissent encore deux broyages avant toute autre manipulation. La pâte obtenue est ensuite mise dans une toile carrée et placée sur un treillis en bois qu'on expose au-dessus d'un chaudron d'eau bouillante. Au bout de quelques minutes, la pâte est convenablement ramollie par la vapeur qui, passant par le treillis, pénètre dans la pâte à travers la toile. Pendant cette opération, un autre ouvrier prépare une série de paquets de paille adroitement entrelacée qu'on passe également à la vapeur pour l'assouplir ; cette paille sert à envelopper la pâte qu'on introduit dans des formes sans fond, constituées par deux cercles métalliques surmontés d'une garniture de bois : on arrange la paille de façon qu'elle ferme le fond du cercle. On verse la pâte dans ce récipient improvisé, et on la presse des pieds jusqu'à ce qu'elle soit bien serrée. On rabat la paille sur la pâte, on la piétine de manière à ce qu'elle forme couvercle. On enlève la garniture de bois, et on ramène les deux cercles l'un vers l'extrémité inférieure, l'autre vers l'extrémité supérieure du bloc de pâte. On met le gâteau dans une presse en bois ; la charge de la presse est complète avec six gâteaux ; on serre fortement à l'aide de coins.

L'huile s'écoule de la presse dans un réservoir établi dans le sol. Quand l'huile cesse de couler, on desserre la presse, on

(1) *Consular Report*, 1893, 11.

enlève les cercles de fer avec leurs tourteaux, on fait sécher ceux-ci pendant quelque temps, puis on les expédie dans les provinces pour servir d'engrais. Les fèves ainsi traitées rendent environ 10 p. 100 d'huile du poids des tourteaux. Ceux-ci pèsent 64 livres en sortant de la presse et valent environ 3 francs chacun ; ils constituent un excellent engrais et sont soigneusement triturés avant d'être répandus sur le sol.

Pour montrer l'importance commerciale de cette industrie, il suffit de rappeler que l'on a exporté 60.000 tonnes de tourteaux de Chefoo pendant l'année 1890. Cependant, Chefoo est loin d'occuper la première place dans ce commerce ; New-Chang en expédie plus de 6 millions de francs par an. Il y a actuellement dans cette ville quatre huileries qui travaillent d'après les procédés européens ; elles s'occupent à extraire l'huile des fèves de soja et à fabriquer des tourteaux qui sont beaucoup demandés comme engrais tant en Chine qu'au Japon et récemment à Java. A Formose, où les fèves sont également cultivées, l'huile est extraite de la manière décrite ci-dessus, mais la fabrication se borne à couvrir la consommation locale. Les tourteaux ne sont pas exportés. L'huile est employée à la fois pour l'éclairage et pour les usages culinaires.

HUILE DE TOURNESOL

Sunflower oil (angl.) ; Sonnenrosenöl (all.) ; Suraj-Mukhi (Indoustan).

Origine. — Cette huile est extraite des graines de tournesol (*Helianthus annuus* L., Composées), plante originaire de l'Amérique centrale. Il atteint 0 m. 60 à 2 m. 50 de haut ; son disque fructifère atteint jusqu'à 45 centimètres de diamètre. Les graines sont blanches, grises ou noires, de forme ovoïde allongée, longues de 1 centimètre, larges de 4 à 5 millimètres et épaisses de 3 à 4 millimètres. Le péricarpe est dur, ligneux,

et renferme l'embryon qui est de forme ovoïde, aplati et entouré d'une tunique séminale blanche, facile à détacher. Pouvoir germinatif : 30-78-80 p. 100.

On le cultive dans nos jardins comme plante d'ornement; mais en Angleterre, en Italie et en Russie on le cultive comme plante industrielle en vue de la production d'huile. Dans le sud de la Russie, on cultive en grand une variété tardive à graines blanches ou noires. Le tournesol, semé à la volée, vient moins bien seul qu'à l'état dispersé dans les champs de maïs ou de pommes de terre, ou encore en bordure autour des champs. Il réussit dans toutes les terres, même dans les terres sèches et sablonneuses; mais il ne fournit de bons rendements que dans les terres lehmiques, profondes, calcaires, bien meubles et dans les climats chauds (2.600 à 2.800° C.). En avril mai, on marque le champ à des écartements de 0 m. 80-1 mètre et on plante quelques graines dans chaque trou à 60 centimètres de distance sur la ligne. Quantité de semences : 10 à 13 kilog. (25 à 32 litres) par hectare. Pendant la végétation, on donne des binages suivant les besoins, et finalement on butte les plantes. Les tiges latérales sont enlevées jusqu'à 3-4 tiges faisant partie de la couronne. Le tournesol est parfois attaqué par la rouille (*Buccinia Helianthi Schweinitz*) qui envahit toute la plante et entrave la fructification.

Les graines, dont les oiseaux sont très friands, ne mûrissent guère qu'en septembre dans les expositions chaudes, en octobre dans les terrains plus froids : on coupe les tiges, on les fait sécher au soleil, puis on les rentre; on obtient les graines soit par battage, soit à la main par frottement d'un disque contre l'autre. Rendement par hectare 17-22-30 hectolitres de graines à 32-48 kilogrammes et 3.500 à 4.300 kilogrammes de tiges.

Les graines contiennent 33 à 35 p. 100 d'huile qui est comestible.

Extraction de l'huile. — Les graines de tournesol sont d'abord passées dans un moulin qui les débarrasse de leur péricarpe ligneux ; puis, les graines décortiquées sont émondées

dans une machine spéciale et ensuite broyées. 100 kilogrammes de graines donnent 35 à 45 kilogrammes d'écorces et 55 à 65 kilogrammes d'amandes. On extrait l'huile par pression : pression à froid, puis pression à chaud. La pression à froid fournit 18 à 20 p. 100 d'huile ; la pression à chaud, qui suit immédiatement celle à froid, fournit 12 à 15 p. 100 d'huile, soit au total 32 à 36 p. 100. On procède parfois à une troisième pression après avoir trituré le tourteau avec un peu d'eau chaude.

Propriétés chimiques et physiques. — L'huile de tournesol renferme le glycéride d'un acide linoléique, en outre de l'oléine, de la palmitine, un peu d'arachine et 0,31 p. 100 de matière non saponifiable. La saponification de 100 grammes d'huile de tournesol exige 19,3 à 19,33 grammes de potasse caustique.

Cette huile est jaune pâle, d'une saveur douce et agréable, inodore et assez fluide. Sa densité à 15° C. varie entre 0,926 et 0,928. Elle se concrète entre — 16° et — 18° C. Ses acides gras fondent à 23° et se concrètent à 27°. Cette huile n'est que moyennement siccative.

Avec une goutte d'acide sulfurique, cette huile fournit une tache jaune d'or persistant, entourée d'une large zône nacrée gris-bleu bordée de brun violet clair ; cette réaction est caractéristique.

Par agitation avec l'acide sulfurique, il se produit une masse jaune rougeâtre qui ne vire pas au brun (F. Jean).

Cinq volumes de cette huile sont solubles dans deux volumes d'éther ; l'alcool n'en dissout que 0,62 p. 100 ; elle est soluble en toutes proportions dans le benzol, le chloroforme, etc.

L'huile de tournesol a été étudiée par D. Holde (1).

L'huile soumise à l'analyse avait été extraite à cet effet dans l'extracteur de Soxhlet au moyen de l'éther de pétrole, bouillant à 50° C. La table suivante indique les propriétés de l'huile

(1) Mitt. à d. kœn. techn. Versuchsanst. Berlin, 1894, 36.

Constantes de l'huile de Tournesol

Auteurs	Quantité d'huile contenue dans les graines: Extraite par pression des graines décortiquées	Quantité d'huile contenue dans les graines: Extraite par dissolvant des graines non décortiquées	Apparence, odeur et saveur	V. Viscosité Degré suivant Engler (Eau à 20° C. : 1	Effet du refroidissement	Densité à 15° C.	Indice d'iode	Indice de saponification.	Essai d'après Becchi	Réaction de Millian	Dessiccation en couche mince	Acidité 0/0 Acide oléique
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schædler	Graines allemandes, 33,5. Graines russes, 3?,3.	26-27	Claire, jaune-pâle à jaune brillant. Presque insipide; saveur douce spéciale.	»	S'épaissit en refroidissant; se solidifie à — 16° C.	0,9260	128-130	193	»	»	Peu siccative.	»
Berlin Versuchsanstalt.	»	26-28	Jaune pâle; claire; goût agréable.	°C. V. 20 8,2 30 5,5 40 3,9 50 3,1	Claire à — 5° C., trouble à — 10° C., mais encore fluide; solidification partielle à — 17° C.	0,9240	135	193	négatif	Couleur jaune avec opalescence brunâtre.	Solidification partielle après cinq jours à la température de la chambre.	5,6
Benedikt.	»	»	Claire, jaune brillant, odeur agréable; saveur douce.	«	Se solidifie à — 16° C.	0,9362	129-133 (d'après Spuller et Dieterich)	193	»	»	Lentement siccative.	Exempte d'acide.
G. de Negri et G. Fabris.	»	»	Claire, jaune brillant; presque insipide.	»	»	0,9260	120	188-199 (expression et extraction.)	négatif	négatif	»	»

et montre sa grande analogie avec l'huile de pavot, dont les caractéristiques sont très sensiblement les mêmes que celles données ici pour l'huile de tournesol.

Emplois. — L'huile de tournesol extraite à froid est employée pour l'alimentation humaine, surtout dans la Russie orientale; on l'emploie aussi pour falsifier l'huile d'olives. L'huile obtenue par la pression à chaud sert pour l'éclairage et pour la fabrication des savons et des vernis. Saponifiée par la soude, elle fournit un beau savon, qui retient beaucoup d'eau, mais qui reste mou. On l'emploie aussi pour la fabrication des savons lubrifiants.

Tourteaux et farine de tournesol. — Les tourteaux de tournesol ont la composition suivante, d'après Schædler :

Huile	6,60	0/0
Substances organiques	75,03	»
Cendres	8,13	»
Eau	10,24	»
	100,00	0/0

Les cendres contiennent :

Potasse	16,23	0/0
Soude	7,41	»
Magnésie	12,29	»
Chaux	7,63	»
Oxyde de fer	1,60	»
Chlore	2,42	»
Acide sulfurique	2,34	»
Acide silicique	14,65	»
Acide phosphorique	35,43	»
	100,00	0/0

La farine de tournesol constitue un excellent aliment pour le bétail. Dès 1866, la production annuelle d'huile de tournesol atteignait déjà en Russie, le chiffre de 100.000 quintaux ; depuis cette époque elle n'a fait que s'accroître, car cette huile est très estimée pour la consommation de bouche. Autrefois, on l'extrayait des graines au moyen de presses hydrauliques ;

mais, les tourteaux résultant de ce mode de fabrication sont beaucoup plus durs que les autres tourteaux oléagineux, ce qui a été un obstacle à leur écoulement. Le Danemark et les autres pays du Nord en importent annuellement de grandes quantités, de même que l'Allemagne du Nord, où le problème du broyage a été résolu par plusieurs constructeurs. Actuellement, les tourteaux sont vendus à l'état de farine, et leur emploi tend à se généraliser en Allemagne. Leur teneur en matières protéiques varie entre 30 et 44 p. 100, celle des matières grasses de 9 à 18 p. 100. On peut en préparer deux qualités, l'une riche en matières protéiques et pauvre en matière grasse, l'autre riche en matière grasse et pauvre en matières protéiques. Ainsi, lorsqu'on tamise la farine un peu fine sur un tamis de 1 millimètre, la farine fine qui le traverse est plus riche en protéine et plus pauvre en matière grasse que la farine primitive, tandis que c'est l'inverse pour la farine restée sur le tamis (1).

Les tiges de tournesol fournissent un combustible qui donne une belle flamme et dont les cendres, riches en potasse, peuvent servir comme engrais.

La culture du tournesol en Russie. — La culture du tournesol fut introduite en Russie en 1842, en vue de la fabrication de l'huile. Depuis cette époque, la culture de cette plante s'est étendue de plus en plus dans le bassin du Volga. En 1881, elle occupait une superficie de 147.000 *ha*, et en 1887, une superficie de 242.000 *ha*.

On connaît deux sortes de tournesol : l'une, à petites graines, est employée pour l'extraction de l'huile, et l'autre, à grosses graines, est consommée en très grande quantité par la population comme objet de gourmandise. Dans les districts où le tournesol a été cultivé en grand et pendant de nombreuses années dans le même sol, il a été attaqué par une maladie appelée *Puccinia dicoidearum*. Par suite, les récoltes de tournesol ont été plutôt mauvaises, depuis quelques années, dans le

(1) R. Theodor. Chem. Ztg 1894, 531.

gouvernement de Voronezh, et sa culture y a notablement diminué.

En Russie, l'huile de tournesol a refoulé presque toutes les autres huiles végétales.

La culture de tournesol est généralement considérée comme avantageuse. Avec un rendement moyen de 1.350 livres de graines par acre, vendues en moyenne 7,5 centimes la livre, le fermier encaisse environ 100 francs par acre. Le revenu augmente naturellement dans les cas où le fermier procède lui-même à l'extraction de l'huile des graines de sa récolte ; mais ce cas se présente rarement, les huileries sont rares dans les villages et les graines sont le plus souvent vendues aux grands fabricants d'huile. Le district de Saratow ne compte que trente-quatre villages possédant des moulins à huile, dont la production annuelle a une valeur de 200.000 francs, tandis que dans la ville de Saratow, elle atteint un chiffre de 2.250.000 francs.

Les résidus de fabrication ou tourteaux, sont employés pour l'alimentation du bétail et sont estimés sous ce rapport. Cependant, en Russie même, la demande n'en est pas considérable ; par suite, les tourteaux sont exportés principalement en Allemagne et en Angleterre. Les écorces de la graine sont employées comme combustible en Russie et donnent lieu à des transactions commerciales dans plusieurs districts. Le calice ayant contenu la graine est donné aux moutons. Parmi les nombreuses variétés de tournesol cultivées en Russie — variétés blanche ou grise, brune ou tachetée de gris, entièrement noire — les variétés grise et tachetée sont les préférées, parce que les graines ont une apparence plus nette, plus avenante, et par suite, elles sont vendues à des prix plus élevés, surtout quand elles sont destinées à la consommation de la basse classe.

On exclut généralement la variété à graines noires à cause de sa matière colorante. Toutes les graines se présentent au marché divisées en deux sortes : l'espèce à grosses graines, moins riche en huile, qui est vendue le meilleur marché ; celle

à petites graines, plus riche en huile, qui est vendue aux fabricants d'huile à des prix plus élevés. Les graines de cette espèce sont ovales et aplaties comme les grains de café, et sont considérées comme étant les meilleures pour l'huilerie (1).

(1) D'après le Chemist. and Druggist, 1902.

CHAPITRE VI

RAFFINAGE DES HUILES

Observations générales

Quel que soit le mode de fabrication employé, les huiles obtenues ont rarement le degré de pureté nécessaire pour les usages auxquels on les destine. Elles contiennent des impuretés mécaniques (fragments de tissu cellulaire, fibres, etc.), des impuretés dissoutes (mucilage, albumine, résines, etc.), des impuretés à réaction acide et des matières colorantes.

Par suite, les huiles brutes sont toujours plus ou moins troubles et très exposées à rancir. La présence de ces impuretés constitue un grave inconvénient pour les huiles destinées au graissage des machines et surtout pour celles destinées à l'éclairage. Dans la combustion de ces huiles, les pores de la mèche ne tardent pas à s'obstruer par suite de la formation d'un dépôt charbonneux et l'huile ne peut plus y monter en quantité suffisante ; la mèche perd son pouvoir aspirant et finit par se charbonner elle-même. Le charbon formé dans la flamme enlève à celle-ci une certaine quantité de chaleur, de sorte qu'elle n'a plus la force de comburer le carbone : elle devient fuligineuse et dégage une odeur désagréable.

L'huile a donc besoin d'être épurée. Les procédés inventés à cet effet sont très nombreux ; il en existe même un très grand nombre dont le besoin ne s'était pas fait sentir, comme on

pourra en juger par l'énumération que nous donnerons plus loin. Ces procédés peuvent être divisés en deux groupes principaux, qui sont : les procédés physiques ou mécaniques et les méthodes chimiques. Les procédés mécaniques comprennent le déposage de l'huile dans les piles ou réservoirs et la filtration sous ses différentes formes ; les procédés d'épuration chimique comprennent le traitement des huiles par l'acide sulfurique, par les alcalis, etc. Quel que soit le procédé chimique employé, il est le plus souvent utile, sinon indispensable de le compléter par la filtration dont nous ferons ressortir plus loin les excellents effets sur la qualité et la conservation des huiles.

ÉPURATION DES HUILES PAR DÉPOSAGE ET DÉCANTATION

Comme nous l'avons déjà fait remarquer dans le courant de cet ouvrage, les huiles sont conservées dans des piles ou réservoirs : au bout d'un certain temps, variable suivant la nature et la qualité des huiles, les impuretés se déposent au fond et on décante alors l'huile claire qui les surnage. Ces réservoirs portent parfois à différentes hauteurs des robinets qui permettent de tirer l'huile sans remuer les dépôts. Dans certains cas, il peut être utile de chauffer l'huile au moyen d'un serpentin fermé, mais le chauffage exige de grandes précautions, car la chaleur peut remettre en mouvement les impuretés dejà déposées. Ces réservoirs doivent être couverts afin de mettre l'huile à l'abri de l'air dont l'oxygène ne tarderait pas à la faire rancir.

Un grand nombre d'huiles, par suite de leur peu de fluidité, retiennent les impuretés physiques avec une grande ténacité. Ces huiles sont très longues à se clarifier et les moyens proposés pour activer le déposage sont plus ou moins efficaces.

Dubrunfaut clarifiait les huiles par déposage en y ajoutant des tourteaux. Voici en quoi consiste ce procédé : à 600 litres d'huile on ajoute 50 kilogrammes de tourteau réduit en poudre

et on agite énergiquement pendant quelques minutes. On laisse ensuite le mélange en repos pendant deux jours, en ayant soin de maintenir dans le local une douce température. Ensuite on soutire la moitié de l'huile, qui est alors complètement clarifiée, on la remplace par une égale quantité d'huile nouvelle, on agite énergiquement en opérant comme la première fois. D'après Dubrunfaut, la même quantité de tourteau peut ainsi servir pour vingt ou trente opérations consécutives ; quand il devient inefficace, on le retire, on en exprime l'huile qu'il a retenue et on l'emploie comme combustible. On peut aussi sans inconvénient en ajouter une petite partie à la matière oléagineuse avant la deuxième pression et, par suite, le faire rentrer dans les tourteaux destinés à l'alimentation du bétail.

FILTRATION DES HUILES. — ANCIENS PROCÉDÉS

La filtration est le moyen le plus simple et le plus rapide, non seulement pour épurer les huiles et les clarifier, mais encore pour prévenir ou arrêter le rancissement. Aussi l'emploi de ce procédé tend-il à se généraliser de plus en plus. Mais, avant de décrire les systèmes de filtres employés actuellement, nous allons donner un résumé des *anciens procédés*.

Une ancienne méthode de filtration consistait à suspendre dans un bac cylindrique dont on a supprimé le fond une poche de feutre ou de molleton ; on suspendait deux ou trois de ces vases l'un au-dessus de l'autre et l'on versait l'huile dans la poche du vase supérieur. Elle filtrait ainsi d'une poche dans l'autre et du dernier vase elle s'écoulait claire dans un tonneau. Ce procédé est long et fastidieux ; il a, en outre, l'inconvénient d'obstruer rapidement les pores du filtre, dont le nettoyage est difficile.

Comme matière filtrante, on employait le coton, les étoupes, et la sciure de bois, de la poudre de charbon végétal ou de noir

animal, de la mousse desséchée, du sable, de la tourbe, de la toile, etc.

Lorsqu'on emploie le coton, on bouche les trous coniques, évasés vers le haut, qu'on a pratiqués dans le fond d'un récipient; on étend par dessus le filtre ainsi improvisé une nouvelle couche de coton qu'on maintient au moyen d'un diaphragme perforé.

Les étoupes sont employées d'une manière analogue, avec cette différence que l'on en met une couche plus épaisse.

La sciure de bois doit être parfaitement sèche et exempte de résine. Sur le fond perforé d'un récipient on pose un morceau de feutre ou une couche d'étoupes ou de coton, on tasse convenablement ces matières et par dessus on verse une bonne couche de sciure de bois. Lorsque ces matières ne laissent plus passer d'huile, on les soumet à la pression pour en extraire l'huile, puis on les fait bouillir dans l'eau. La matière filtrante ainsi régénérée est séchée et prête à servir de nouveau.

Comme *vases filtrants*, on emploie des tonneaux dans lesquels le fond perforé est ajusté à quelques centimètres du fond inférieur ; ce diaphragme doit joindre exactement avec les parois du tonneau.

Grauvelle et Jauney employaient des vases filtrants en ferblanc, dont le fond perforé était recouvert de mousse; cette couche était elle-même recouverte de tourteaux réduits en poudre. La mousse bien sèche et exempte de sable était fortement comprimée sur le fond perforé ; elle constituait, paraît-il, une bonne matière filtrante.

O. Sandeur (Brevet allemand, 1880) mélangeait à l'huile de l'acide silicique qu'il obtenait par décomposition des scories de haut-fourneau au moyen d'un acide fort, lavage soigné et séchage ; l'huile était ensuite filtrée.

G. Materne (Brevet 1886) employait comme matière filtrante de la sciure de bois, des déchets de coke, de charbon de bois, etc. ; il faisait passer l'huile de haut en bas à travers ces matières étendues sur une série de faux-fonds installés dans

des caisses superposées. En même temps, il faisait arriver de la vapeur dans la première caisse, de l'eau dans la seconde, et on recueillait l'huile épurée de la deuxième caisse.

Dans tous ces procédés, la filtration se faisait par le haut. Mais l'huile ainsi filtrée trouvait facilement des canaux par lesquels elle s'écoulait librement et sans subir la filtration.

FILTRATION PAR LES APPAREILS PERFECTIONNÉS

La filtration, dont nous venons d'indiquer le but, joue un grand rôle dans l'industrie moderne. Elle seule permet de débarrasser rapidement les liquides des impuretés et des germes de décomposition qu'ils renferment le plus souvent. Non seulement la filtration par les procédés actuels donne immédiatement des produits utilisables, mais, elle les bonifie et assure leur conservation.

La filtration des huiles a provoqué la création d'un certain nombre de systèmes de filtres, agissant les uns par masses filtrantes épaisses, les autres par surfaces filtrantes minces.

La filtration par masses filtrantes est de plus en plus abandonnée, en raison des nombreux inconvénients qu'elle occasionne : les matières retiennent de grandes quantités d'huile, ce qui occasionne un déchet considérable. En outre, elle nécessite une forte pression pour permettre à l'huile de traverser les couches de matières filtrantes.

La filtration par surface supprime ou atténue, selon les systèmes de filtres, les défectuosités de la filtration par masses ; de plus, elle ne nécessite que de faibles pressions relatives, et permet de régler facilement le fonctionnement des filtres.

Elle s'opère généralement au moyen de tissus spécialement appropriés à chaque nature d'huile, de papier en feuilles, etc.

Un filtre à huile doit donc pouvoir satisfaire aux conditions principales suivantes :

1° Présenter une très grande surface filtrante par rapport au débit à obtenir;

2° Fonctionner à de faibles pressions, variant de 0 m. 50 à 3 mètres;

3° Pouvoir employer comme matière filtrante des tissus de genres et qualités divers, soit seuls, soit adjoints au papier à filtrer;

4° Rendre absolument impossible tout mélange de l'huile non filtrée avec l'huile filtrée;

5° Permettre le contrôle permanent de chacun des éléments filtrants et en arrêter ou modifier le fonctionnement sans arrêter celui des autres éléments.

Filtre Philippe. — Parmi les divers filtres à huiles, le plus moderne et qui paraît le mieux satisfaire à ces conditions, c'est le filtre Philippe, à grande surface filtrante, qui est employé non seulement pour les huiles et les filtrations fines, mais encore dans les autres industries alimentaires.

Il se compose en principe d'une cuve A, surmontée d'une grille fixe B, dont les fentes C servent à l'introduction des éléments filtrants (fig. 71 et 72). Un élément est formé par une poche D et un cadre E.

La poche D, véritable sac en tissu filtrant, est munie à sa partie ouverte d'un bourrelet compressible F.

Le cadre E, en treillis spécial, se place dans la poche pour en écarter les parois intérieures.

Chaque poche filtrante, munie de son cadre, est introduite dans la cuve et reste suspendue à la grille par son bourrelet, sur lequel se pose une pièce creuse G à rebords, dite chapeau, portant à l'une de ses extrémités un ajutage à bec I, qui communique avec le collecteur K de toutes les poches.

Le bourrelet pris ainsi entre la grille et les rebords du chapeau, puis comprimé par le serrage de celui-ci, produit l'étanchéité du joint unique extérieur de chaque poche.

L'étanchéité de ce joint est assurée par le serrage d'écrous H, sur des traverses qui s'appuient sur deux chapeaux à la fois.

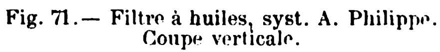


Fig. 71. — Filtre à huiles, syst. A. Philippe. Coupe verticale.

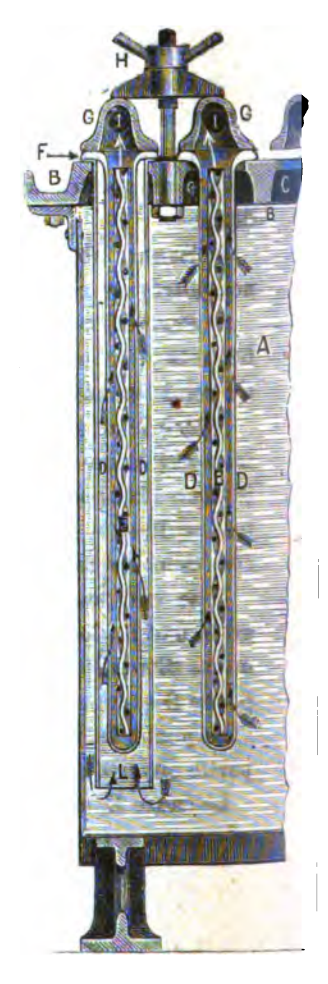


Fig. 72. — Filtre à huiles, syst. A. Philippe. — Vue des éléments filtrants.

Cet appareil est complété par divers accessoires, tels que : soupape d'introduction du liquide à filtrer, soupape de vidange des dépôts, trou d'homme, etc.

Pour le mettre en marche, il suffit d'ouvrir la soupape régulatrice d'introduction dans le filtre.. L'huile à filtrer contenue dans un réservoir en charge est conduite par un tuyau dans la cuve du filtre. Elle entoure les poches qui y sont suspendues, se filtre en les traversant d'extérieur à intérieur, monte dans les chapeaux G et s'écoule par les ajutages à bec dans le collec-

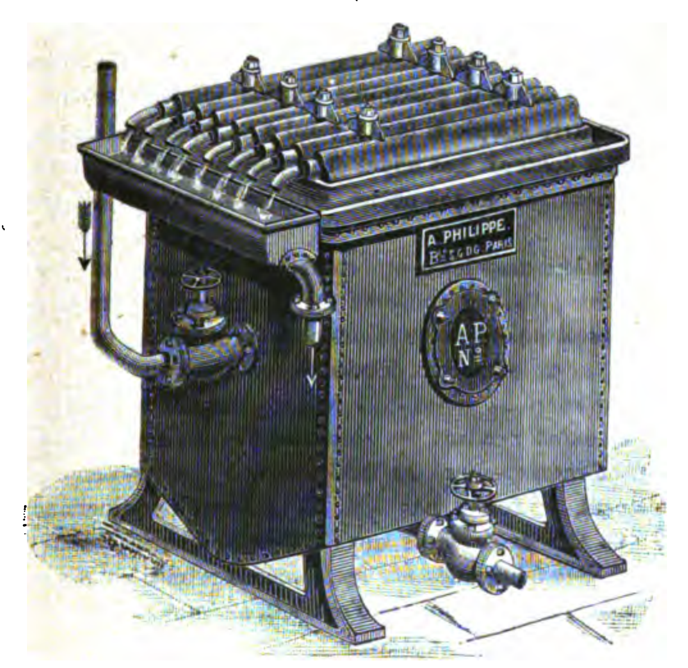


Fig. 78. — Filtre à huiles, syst. A Philippe. — Vue en perspective.

teur K. Les impuretés de l'huile sont arrêtées à l'extérieur des tissus, tombent en grande partie au fond de la cuve et en sont extraites par la soupape de vidange.

Lorsque le lavage des poches est nécessaire, il suffit de fermer l'arrivée dans le filtre, de desserrer et de déplacer les cha-

peaux, puis de retirer les poches. Cette opération, très simple, ne demande qu'un instant. Les poches se lavent ensuite comme un sac ordinaire.

Le nettoyage intérieur de la cuve se fait par la porte ménagée à cet effet sur l'un de ses côtés.

La conduite de ce filtre est rendue aisée, non seulement par la rapidité et la simplicité des manœuvres, mais encore par la facilité avec laquelle on peut suivre la marche de l'appareil.

La disposition des organes permet de contrôler à tout moment le débit des éléments filtrants et le degré de limpidité du liquide ; elle donne la possibilité d'isoler immédiatement, par une manœuvre simple et facile, celui d'entre eux qui donnerait un résultat douteux. Les boues et impuretés sont retenues extérieurement par chaque poche, dont le nettoyage est aisé et rapide.

Les derniers modèles comportent de très importants perfectionnements ; ils ont conservé les dimensions, l'aspect extérieur et les dispositions d'ensemble des précédents, mais ils en diffèrent par de nombreux détails de construction.

Nous ne saurions mieux faire ressortir les effets d'une bonne filtration qu'en relatant les résultats d'expériences faites au *Moulin d'essais* annexé au laboratoire du gouvernement du Protectorat, à Tunis, par MM. E. Milliau, Bertainchaud et Malet (1). Ces expériences ont été faites industriellement tant sur des huiles fabriquées par les procédés primitifs des Arabes que sur des huiles fabriquées d'après la méthode de Bari. Voici les résultats comparatifs obtenus :

« L'huile produite a été décantée, puis filtrée par les systèmes suivants : filtre X (2), filtre Y et filtre au coton. Nous avons consigné les résultats en acidité depuis le jour de la

(1) *Monit. scientif.*, 1900; p. 521.

(2) Nous avons remplacé les noms des fabricants par des initiales. (L'Auteur.)

fabrication jusqu'au troisième mois, et nous avons obtenu les chiffres suivants :

	ACIDITÉ 0/0 en acide oléique		
	10 février	10 mars	10 avril
	—	—	—
Fabrication genre Bari, non filtrée........	0,30	0,60	0,70
— — filtrée X (1).......	0,30	0,30	0,30
— — filtrée Y..........	0,30	0,30	0,30
— — filtrée au coton...	0,30	0,30	0,30
Huile arabe non filtrée....................	0,50	0,80	0,95
— filtrée X...........................	0,50	0,50	0,50
— filtrée Y...........................	0,50	0,50	0,50
— filtrée au coton.....................	0,50	0,50	0,50

Ces résultats nous montrent l'influence exercée sur le rancissement : 1° par une fabrication soignée ; 2° par la filtration.

En considérant l'acidité de départ de l'huile fabriquée par le procédé usité à Bari, nous obtenons 0,30, tandis que pour l'huile fabriquée par le procédé des indigènes nous avons 0,50. L'influence de la filtration est très nette, quel que soit le système employé ; l'acidité reste stationnaire dans les deux cas.

« En présence de cette constatation, on ne saurait trop préconiser la *filtration rapide* des huiles, aussitôt que leur décantation est terminée. Il est, en effet, prouvé par nos essais que l'huile débarrassée rapidement de ses impuretés ne prend plus aucune acidité au moins pendant les trois mois qui suivent. »

Ces résultats, absolument péremptoires. montrent assez l'importance d'une bonne filtration pour la conservation de l'huile. Il serait donc inutile d'y insister davantage.

Filtration des huiles par le filtre-presse. — Cet appareil est d'un emploi très fréquent pour la filtration des huiles, notamment dans la démargarination, et d'une manière générale lorsque la proportion des matières insolubles dans les liquides est supérieure à 4-5 p. 100.

Un filtre-presse se compose d'un certain nombre de plateaux P ou cadres évidés, laissant ainsi entre chacun d'eux un

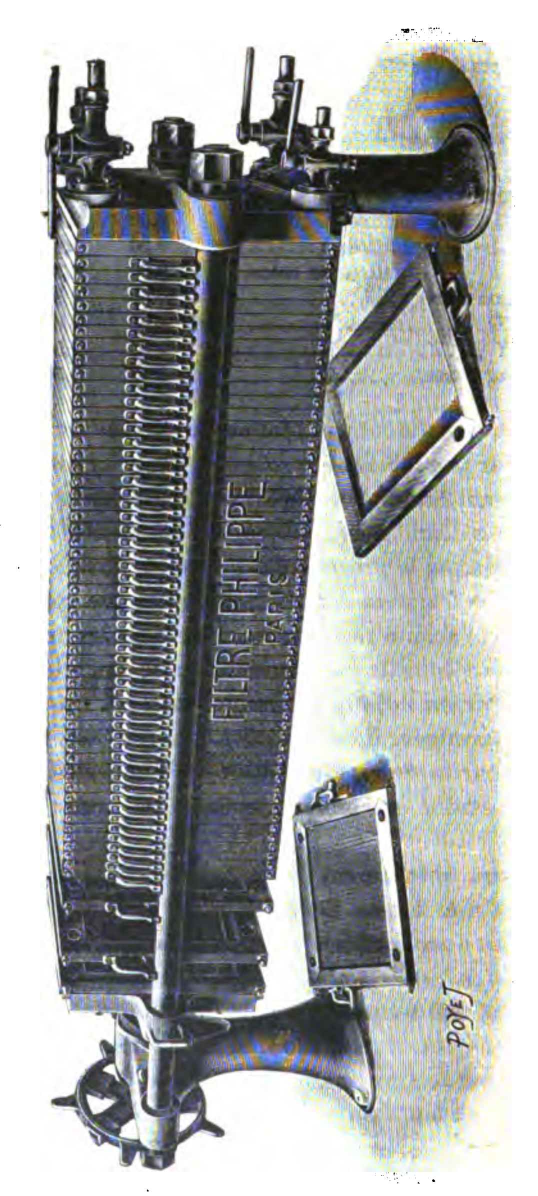


Fig. 74. — **Filtre-presse, système A. Philippe.**

espace ou chambre C, dans laquelle arrive le liquide à filtrer et où se forme le tourteau. Entre chaque plateau on interpose une toile en tissu approprié au liquide à filtrer, et l'on *serre* très fortement tous les plateaux l'un contre l'autre.

Si par une pompe, un monte-jus ou par tout autre moyen on introduit par forte pression le liquide à filtrer dans les chambres C, on comprend que le liquide seul pourra filtrer à travers les tissus, et qu'il sortira clair par les orifices S. Lorsque le débit du liquide clair diminue, puis s'arrête presque complètement, cela indique que le filtre-presse est plein et que les tourteaux sont formés. A ce moment, on arrête l'introduction du liquide à filtrer, on desserre tous les plateaux, les tourteaux tombent d'eux-mêmes. On referme le filtre-presse, qui est alors prêt pour une nouvelle opération.

Les filtres-presses présentent l'avantage d'offrir une très grande surface filtrante sous un faible volume ; ils forment des couches de résidus peu épaisses et permettent d'employer une pression relativement élevée.

Les filtres-presses, système Philippe, spécialement étudiés pour la filtration de l'huile, fournissent d'excellents résultats.

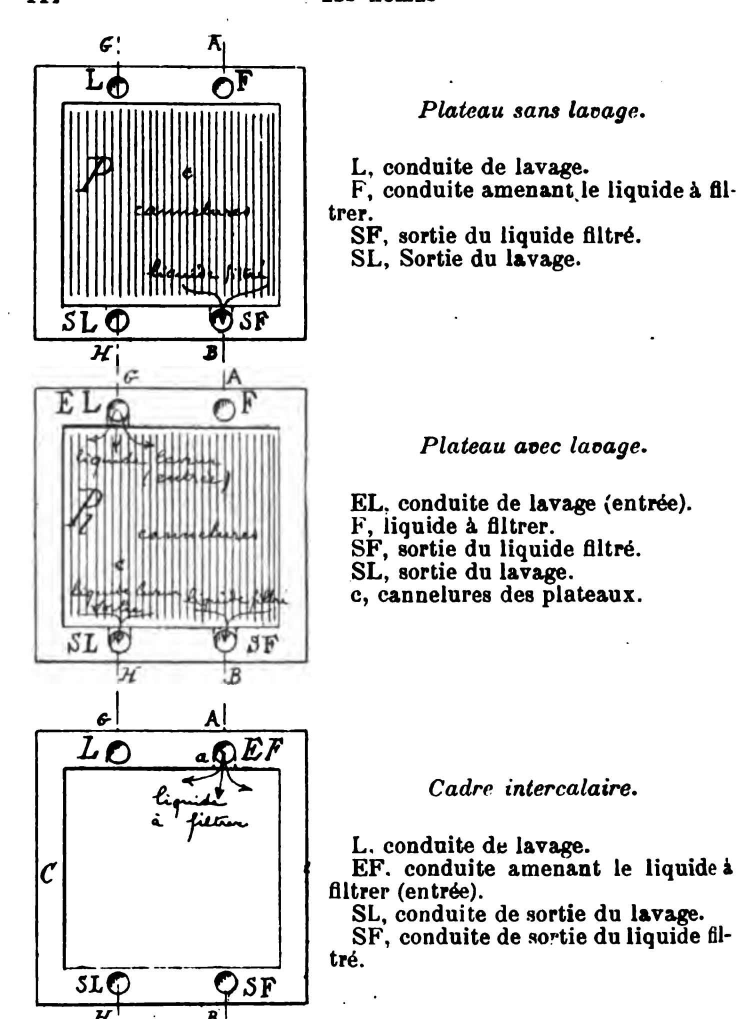
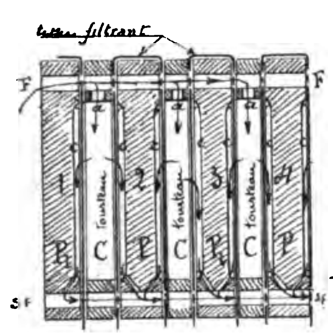


Fig. 75, 76 et 77. — Schéma du fonctionnement du filtre-presse.

ÉPURATION DES HUILES PAR L'APPAREIL CENTRIFUGE

On a essayé, il y a déjà plus de vingt ans, d'épurer les huiles par l'appareil centrifuge, et ce procédé a, paraît-il, donné de

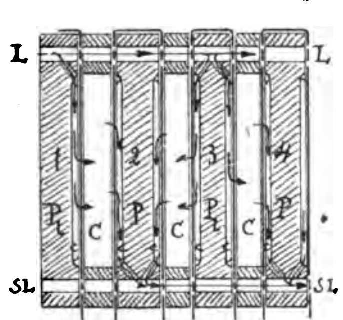
Filtration (Coupe AB).



P, Plateau sans lavage.
Pl, Plateau à lavage.
C, Cadre intercalaire.

Les tissus filtrants sont placés à cheval sur chaque plateau. Le liquide à filtrer arrive dans la conduite (FF), se répand dans le filtre-presse par les orifices (a) des cadres intercalaires. Les matières solides se déposent dans les cadres pour y former les tourteaux. Le liquide traverse le tissu filtrant, coule le long des cannelures des plateaux et de là se rassemble dans la conduite (SF, SL) de sortie du liquide. Les flèches indiquent la circulation du liquide. La filtration terminée, pour faire l'épuisement des tourteaux on envoie de l'eau par exemple dans la conduite (FF).

Lavage (Coupe GH)



LL, Conduite d'entrée du lavage.
SL, SL, Sortie du lavage.

Le liquide laveur arrive par la conduite (LL) et se distribue dans le filtre, dans les orifices supérieurs des plateaux à lavage (Pl). La marche du liquide est indiquée par les flèches. On voit que pour le lavage la sortie se fait seulement à la partie inférieure des plateaux sans lavage (P), alors que la sortie du liquide filtré a lieu dans tous les plateaux (voir croquis filtration).

Fig. 78 et 79. — Description schématique d'un filtre-presse.

bons résultats. L'huile sortant des presses est introduite sans plus dans un appareil centrifuge muni de son tambour perforé et d'une matière filtrante. Lorsque l'appareil est en mouvement, le mucilage, l'albumine et les autres impuretés se ramassent sur les parois de l'appareil, tandis que l'huile s'en écoule limpide. Les dépôts ne contiennent que très peu d'huile et peuvent être facilement évacués ; le travail est rapide et l'appareil est peu encombrant. Par contre, son prix d'achat est relativement élevé.

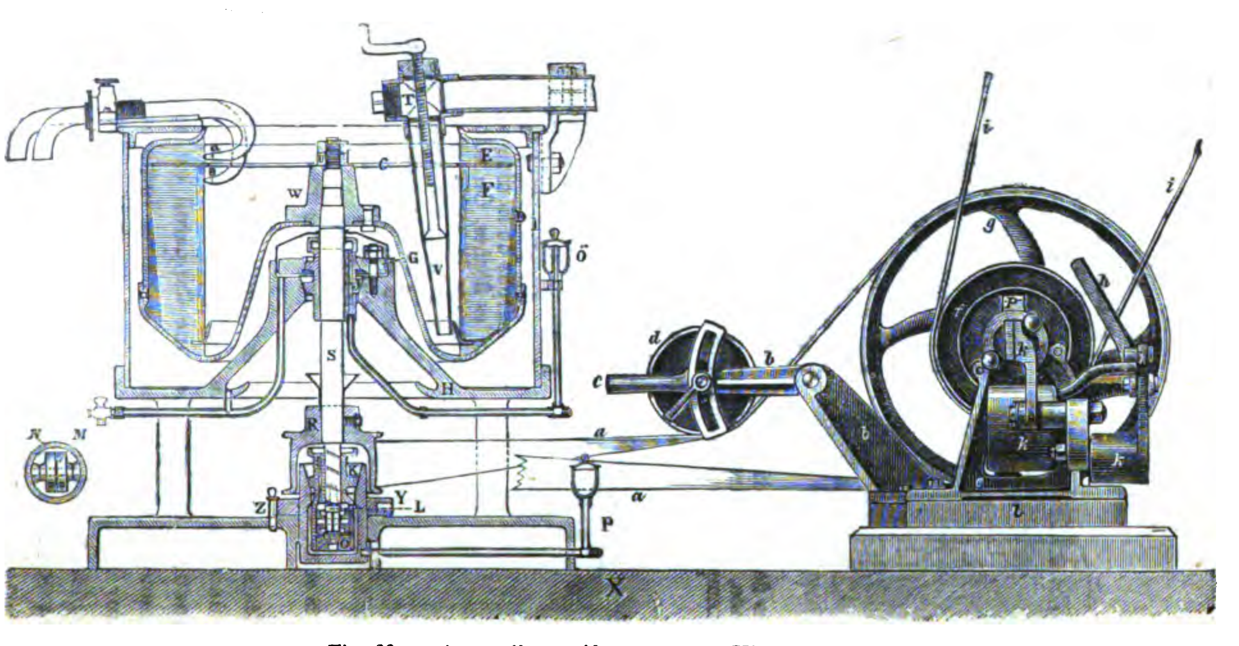


Fig. 80. — Appareil centrifuge, système Hignette.

La figure 80 représente la turbine avec son mouvement intermédiaire, lequel est commandé directement par la transmission de l'usine. Ce mouvement intermédiaire est muni d'un tendeur avec galet qui tient la courroie suffisamment tendue.

Le séparateur se compose essentiellement d'un panier en acier à parois pleines D monté sur l'arbre vertical S et soigneusement essayé avant l'expédition. La construction en étant parfaite, les réparations sont pour ainsi dire nulles ; la plupart de ces séparateurs travaillent tous les jours pendant quatre à cinq ans sans nécessiter de réparation et avec un coût d'entretien très faible.

L'arbre S tourne sur deux galets M qui reposent sur le fond O de la crapaudine et sont construits sur le principe bien connu du frottement de roulement. Cette disposition empêche tout grippement de la machine et réduit la dépense de frottement à son minimum.

Chaque séparateur est muni d'un mouvement intermédiaire automatique de sûreté, système Johnson, avec débrayage automatique empêchant tout excès de vitesse et rendant l'appareil absolument sans danger.

La vitesse est modérée et peut être facilement vérifiée pendant la marche ; on peut également régler la sortie des liquides, même pendant que l'appareil tourne.

Epuration des huiles par les procédés chimiques.

Les procédés d'épuration chimique sont excessivement nombreux, ainsi qu'on peut s'en convaincre par la suite de notre description. On a proposé : la simple mise en ébullition de l'huile (Bizio, 1824) ; son mélange avec de l'acide sulfurique concentré (Gowen, 1790) ; l'emploi du chlorure de chaux (Charlot, 1831) ; la filtration sur le noir animal (Brandès, 1842) ; l'emploi des alcalis (Evrard, Gwynne, 1843) ; l'emploi de l'am-

moniaque (de Keyser, 1869) ; l'injection d'air (Trillaud, 1833), ou de vapeur d'eau (Cassgrand, 1854) ; l'emploi du chlorure de zinc (Wagner, 1853) ; l'emploi de l'alcool, de l'éther, de l'éther nitrique, de sulfate de fer, de matières tanniques, etc., etc. De ces nombreux procédés il y en a très peu qui aient résisté à l'épreuve ; on en emploie encore quelques-uns pour blanchir et désodoriser les huiles.

Les procédés d'épuration les plus importants sont ceux par l'acide sulfurique et ceux par les alcalis. Leur place est donc à la tête de notre description.

ÉPURATION DE L'HUILE PAR L'ACIDE SULFURIQUE

Ce procédé, d'abord employé par Gowen (1790) pour épurer l'huile de navette, a été ensuite repris et rendu pratique par Thénard. Il est basé sur la propriété que possède l'acide sulfurique concentré : 1° de déshydrater l'huile et par là même de retirer leur dissolvant aux impuretés dissoutes par l'eau ; 2° de carboniser les impuretés elles-mêmes, de les décomposer en leurs éléments et, par suite, de les rendre insolubles dans l'huile ; 3° de décomposer les impuretés avant que l'huile ne soit elle-même attaquée. Si la quantité d'acide ajoutée était trop grande, l'huile serait elle-même attaquée et décomposée partiellement en glycérine et en acides gras. Ceux-ci donnent à l'huile une réaction acide qui persiste lorsqu'on a éliminé tout l'acide sulfurique par un lavage à l'eau ou à la vapeur.

La première condition à apporter à l'emploi de l'acide sulfurique est de l'appliquer avec précaution ; la seconde est de l'éliminer ensuite soigneusement de l'huile épurée. La température, pendant la durée de la réaction de l'acide, est maintenue à 30-40° C ; les impuretés sont éliminées par déposage et décantation suivie de filtration de l'huile. Le dépôt boueux formé par le déposage contient, outre les impuretés carbonisées, les acides conjugués de Frémy, c'est-à-dire les combinaisons ré-

sultant de l'action de l'acide sulfurique sur la glycérine et les acides gras provenant de la décomposition d'une partie des matières grasses. Ce dépôt trouve des emplois dans les fabriques de sucre, les tanneries et les ferblanteries.

Comme la confection du mélange intime de l'acide avec l'huile est une condition essentielle, on emploie à cet effet un agitateur mécanique dont la construction, très simple, est à la portée de tout le monde. Le bassin dans lequel se fait l'épuration est en bois recouvert intérieurement de plomb.

Application du procédé Thénard. — A l'huile transvasée dans un appareil muni d'un système d'agitateur, on ajoute peu à peu et en filet mince 0,50 à 1,50 p. 100 d'acide sulfurique anglais, en faisant en sorte que l'addition soit de 0,75 à 1 p. 100 lorsque l'huile est à la température de 30° C, et de 0,50 à 0,75 p. 100 lorsque l'huile est à la température de 60 à 70° C. On chauffe l'huile à la température voulue, soit par une injection de vapeur directe, soit par un serpentin fermé. La vapeur directe présente l'avantage de bien effectuer le mélange de l'acide et de l'huile et de déterminer la précipitation des matières albuminoïdes. L'huile prend alors une couleur verdâtre ; peu à peu les impuretés carbonisées se réunissent en flocons noirs. Ce point est généralement atteint au bout de 3/4 d'heure-1 heure. A partir de ce moment, la suite du traitement peut varier, comme suit :

1° On ajoute au mélange 25 à 30 p. 100 d'eau d'une température de 35 à 40° C, on injecte de la vapeur pendant quelques minutes ou bien on agite pendant 10 à 15 minutes, puis on transvase le contenu du récipient dans une cuve de déposage.

Au bout de trois jours, le liquide s'est séparé en trois couches : l'inférieure contient l'eau et l'acide qu'elle tient en dissolution, celle du milieu renferme les flocons noirs (impuretés carbonisées), la couche supérieure constitue l'huile épurée. Le récipient est muni de robinets à différentes hauteurs : par un des robinets supérieurs, ont soutire d'abord l'huile épurée, ensuite l'eau par un des robinets inférieurs et enfin les impuretés

par un des robinets du milieu. Celles-ci contiennent un peu d'huile qui se sépare au repos.

2° On laisse en repos complet pendant 6 à 12 heures, puis on décante, on soutire dans un récipient plus grand de un tiers l'huile clarifiée qui surnage le dépôt. Dans ce nouveau récipient, on ajoute à l'huile un quart à un tiers de son volume d'eau à 30-60° C., on agite pendant quinze minutes avec précaution pour éviter d'émulsionner le liquide, puis on laisse en repos jusqu'à la séparation de l'eau. On soutire celle-ci par le robinet inférieur, puis on renouvelle une ou deux fois l'addition d'eau. A la dernière eau, on ajoute un peu de soude pour neutraliser les dernières traces d'acide. Finalement on soutire l'eau.

Dans l'un et l'autre cas, l'huile ainsi épurée doit être filtrée. Si on l'abandonne à elle-même pendant un certain temps à une basse température, elle sépare encore de l'eau et des impuretés. Cette séparation est plus rapide si on ajoute du sel de cuisine à l'huile modérément chauffée ; on obtient alors, à la place de l'eau, une solution saline plus lourde qu'elle et qui se précipite plus rapidement. Mais, la filtration effectue ce travail mieux et beaucoup plus vite.

Modification du procédé Thénard. — En France, on a remplacé le lavage à l'eau par le lavage à vapeur. A cet effet, l'huile, séparée du pied noir provenant de l'action de l'acide sulfurique, est envoyée dans des bassins en bois au fond desquels est placé un serpentin percé de trous qui permet d'y faire arriver de la vapeur. Au début, la vapeur se condense en chauffant l'huile; mais peu à peu, la température de celle-ci atteint 100° C. ; la vapeur traverse alors toute la masse et opère un lavage complet de l'huile. Le lavage à la vapeur est rapide et enlève beaucoup mieux l'acide que ne le fait l'eau chaude. Dans tous les cas, après lavage, l'huile doit être filtrée.

Procédé Michaud. — M. Michaud, à Honfleur, à son tour,

a modifié le procédé à l'acide sulfurique de la manière suivante (1) :

On opère la défécation en insufflant de l'air à travers l'huile pendant qu'on y fait tomber l'acide sulfurique sous forme de filets nombreux et déliés ; l'huile, agitée vivement et mêlée intimement avec l'acide, se charge d'air divisé qui forme, agité avec la *fèce* et l'acide qui s'y combine, un mélange d'une densité moindre, de telle sorte que, une fois l'insufflation terminée, ce mélange se rassemble à la surface du bain sous forme d'écumes volumineuses. On enlève ces écumes, puis on fait une nouvelle insufflation d'air ; de nouvelles écumes se forment, mais elles sont de couleur moins foncée que les précédentes ; on les enlève comme les premières et on fait de nouvelles insufflations jusqu'à ce que la matière écumeuse cesse de se former. Les dernières écumes, au lieu d'être brunes, sont de couleur blanche ; à ce moment, l'huile est tellement claire et limpide, qu'on serait tenté de la filtrer ; mais, comme elle est encore acide, il est nécessaire de la laver.

L'huile amenée à ce point de défécation est portée dans une cuve en cuivre, dans laquelle on fait arriver de la vapeur d'eau pendant un certain laps de temps ; toute la vapeur se condense, l'huile s'échauffe jusqu'à 100° C. A partir de ce moment, on modère l'émission de vapeur de manière à agiter l'huile et à la mettre en rapport avec l'eau à 100°. La masse, qui a d'abord une apparence laiteuse, prend de plus en plus l'aspect huileux. Au bout d'une demi heure à trois quarts d'heure au plus, l'huile a acquis la translucidité désirable pour être filtrée ; le lavage terminé, l'eau commence à se séparer, et au bout d'une demi-heure la séparation est complète.

Cette opération faite, il ne reste plus qu'à opérer la filtration qui peut se faire le lendemain, lorqu'on a disposé entre le filtre et la cuve, un appareil destiné à refroidir l'huile à 20° C. envi-

(1) *Bullet. Soc. d'Encouragement*, 1869. Rapport de M. Chevallier.

ron. Cet appareil réfrigérant n'est autre chose qu'un serpentin ordinaire, si l'on a de l'eau froide à sa disposition ; dans le cas où l'on n'a pas d'eau, on conduit l'huile dans la cuve en lui faisant parcourir une gouttière en cuivre passant par un endroit frais.

L'huile est amenée sur le filtre, à la température de 50 degrés. Si on a le temps d'attendre 24 heures, elle se refroidit spontanément et l'on n'a pas besoin de faire usage d'appareils de réfrigération.

Les huiles ainsi épurées, brûlent sans noircir ni charbonner la mèche.

ÉPURATION DE L'HUILE PAR DISSOLVANT VOLATIL ET ACIDE SULFURIQUE

Une méthode particulière d'épuration de l'huile par l'acide sulfurique, est celle qu'a fait breveter A.-T. Hall, à Hull (1886). Elle consiste à mélanger avec l'huile brute une égale quantité d'éther de pétrole ou de benzine, dans un vase muni d'un agitateur, et d'y ajouter ensuite en un filet mince 0,50 à 5 p. 100 d'acide sulfurique ($D = 1,84$ pour l'huile de navette et $D = 1,75$ pour l'huile de lin). On laisse ensuite déposer. Le dépôt floconneux doit avoir une nuance vert foncé, non noir, car dans ce cas, ce serait un indice qu'on a ajouté trop d'acide. On soutire le mélange clarifié, on lave à l'eau et on filtre sur du noir animal en couche épaisse de 0 m. 60. Le mélange filtré est ensuite soumis à la distillation pour la récupération du dissolvant.

Ce procédé serait en lui-même trop dispendieux ; mais, on peut fort bien le combiner avec le procédé de fabrication des huiles par diffusion au moyen des dissolvants, en évaporant jusqu'à la concentration voulue les solutions huileuses obtenues par ce procédé, et en les épurant ensuite. Selon toute apparence, l'épuration est plus parfaite par le mélange d'éther

de pétrole ou de benzine, car ces matières se répartissent mieux dans l'huile ; et beaucoup d'impuretés sont moins solubles dans la benzine que dans l'acide, etc.

ÉPURATION DES HUILES PAR L'ACIDE SULFUREUX LIQUIDE

On traite l'huile avec 0,5 à 1 p. 100 d'anhydride sulfureux liquide dans un appareil dont les parois sont recouvertes de plomb, et muni d'un agitateur à palettes. L'acide, introduit dans un tube, se vaporise et agit sur les matières albuminoïdes et protéiques de l'huile ; l'action est stimulée par la chaleur amenée au moyen d'un serpentin fermé ; on fait en sorte que la pression dans l'appareil ne dépasse pas 13,7 livres par pouce carré. Après refroidissement, on laisse la réaction se continuer pendant quelques heures, puis on lave l'huile à l'eau chaude, et on la filtre. L'huile filtrée est claire, jaunâtre et très brillante ; elle brûle bien sans carboniser la mèche et constitue un bon lubrifiant ; elle conserve ses bonnes qualités pendant plusieurs mois. Le déchet n'est pas considérable. On obtient des résultats encore meilleurs en battant d'abord l'huile avec du chlorure de zinc en solution sirupeuse ; mais, il faut alors surtout bien soigner le lavage, car la présence même d'une très faible quantité de chlorure de zinc dans l'huile nuit à sa combustion.

ÉPURATION PAR LES LESSIVES DE POTASSE ET DE SOUDE

Les impuretés contenues dans l'huile peuvent être également décomposées et précipitées par les lessives de potasse et de soude, dont l'action sur l'huile est presque nulle à basse température et très faible à une température peu élevée. Si donc l'huile devait subir quelque modification sous l'action chimique

de la lessive, cela ne pourrait se produire que par saponification. Il se formerait alors du savon et de la glycérine, solubles l'un et l'autre dans l'eau et qu'on pourrait dès lors éliminer complètement par lavages à l'eau. Enfin, la lessive élimine également de l'huile les acides libres qu'elle peut renfermer ; c'est pourquoi l'huile épurée par la lessive est neutre et convient dès lors très bien comme lubrifiant.

D'après *Barreswill*, on ajoute à l'huile de 2 à 3 p. 100 de lessive concentrée de potasse ou de soude, on agite énergiquement et chauffe graduellement. Il se forme alors une mousse abondante qui, insensiblement, devient floconneuse. Au bout de quelque temps, on abandonne le tout au repos ; il se forme alors dans ce mélange deux couches : l'une supérieure constituant l'huile épurée ; au-dessous d'elle se trouve la couche aqueuse avec le précipité floconneux. On décante l'huile et la filtre.

D'après *Evrard* (1), on mélange avec l'huile une lessive faible, sans chauffer le mélange, puis on abandonne au repos. Il se forme trois couches : l'huile forme la couche supérieure, l'eau occupe la partie inférieure, entre les deux se trouve une émulsion composée d'impuretés, de savon, etc. On soutire l'eau, on lave avec de l'eau alcaline, et ensuite plusieurs fois avec de l'eau pure jusqu'à ce que finalement l'eau de lavage ne soit plus que faiblement laiteuse. L'huile est ensuite filtrée. Les résidus de l'épuration des huiles par les lessives peuvent être employés directement pour la fabrication des lubrifiants : souvent aussi on les décompose par l'ébullition avec un acide et l'on obtient alors des acides gras libres qui sont utilisés pour la fabrication du savon.

E.-S. Dangivillé, à Paris, ajoute à l'huile 0,25 à 1,5 p. 100 d'une lessive de potasse, il chauffe le mélange à 30-40° C dans un appareil à vide, en remplaçant constamment l'eau vapo-

(1) Brevet de 1855.

risée ; il vide finalement le contenu de l'appareil dans une cuve de déposage.

Le liquide aqueux doit toujours être de même volume que l'huile. Le but de la méthode est de travailler avec une solution très diluée à l'abri de l'air. Nous ignorons les résultats fournis par ce procédé. Il présente l'inconvénient de revenir un peu cher.

L'épuration avec la lessive constitue le meilleur moyen de supprimer la rancidité des huiles. Le même procédé permet d'éliminer les résines, car elles se combinent avec la potasse pour former des résinates alcalins solubles dans l'eau. C. Patrick de Laval, à Stockholm (Brevet allemand 34.781, 11 octobre 1884), propose d'employer à cet effet un laveur spécial qui peut également servir comme mélangeur. L'huile et la lessive sont puisées chacune dans un récipient spécial et envoyées séparément dans le cylindre d'une pompe foulante qui les chasse à travers une fente extrêmement fine ménagée dans le cylindre. On obtient ainsi un mélange intime d'apparence laiteuse. Le liquide est ensuite refoulé dans des récipients spéciaux, munis d'un système de chauffage où il se sépare. Il va de soi que dans un mélange très intime la lessive exerce une action plus grande sur les résines et les acides libres qui peuvent s'y trouver.

ÉPURATION PAR L'AMMONIAQUE

L'emploi de l'ammoniaque se recommande pour éliminer les acides libres provenant des résines ou de la rancidité de l'huile. On devrait même préférer la solution d'ammoniaque aux lessives, car elle n'exerce pas d'action chimique sur l'huile. Malheureusement, le mélange d'huile et d'ammoniaque forme une émulsion difficile à séparer. Dans certains cas, cependant, on emploie la solution d'ammoniaque non seulement pour faire disparaître la rancidité des huiles, mais encore pour les purifier ; car l'ammoniaque attaque également, quoique d'une manière encore insuffisamment expliquée, les impuretés organi-

ques de l'huile et les rend insolubles. C'est ainsi que, suivant Carpentier, on purifie l'huile d'olive en procédant de la manière suivante : dans 800 grammes d'eau, on dilue 400 grammes d'une solution d'ammoniaque et l'on ajoute le mélange à 100 kilogrammes d'huile d'olive ; on agite à fond et on laisse reposer pendant trois jours, au bout desquels on décante et on filtre l'huile épurée.

Tout autre est le procédé de *de Heyer*, que l'on a appliqué principalement dans la fabrication des huiles à graisser les machines. On ajoute à 100 kilogrammes d'huile un mélange composé de 600 grammes d'ammoniaque caustique et de 600 grammes d'eau distillée ; on agite pour bien mélanger. Au bout d'un quart d'heure, il s'est produit une émulsion ; on ferme alors hermétiquement le récipient afin de soustraire le mélange à l'action de l'air. Au bout de trois jours, on soutire l'huile épurée, on la lave à l'eau et on la filtre. L'huile ainsi obtenue est complètement neutre et exempte de matières étrangères. Le liquide ammoniacal qui a entraîné les impuretés et les acides gras libres est employé dans la fabrication des savons.

EMPLOI DE L'EAU DE CHAUX

On a également recommandé d'employer de l'*eau de chaux* à la place de la lessive ou de l'ammoniaque. Il est incontestable qu'elle est bien meilleur marché que ces deux matières épurantes et qu'elle neutralise également bien tous les acides qui peuvent se trouver dans l'huile. Elle présente cependant cet inconvénient que les sels de chaux résultant de la combinaison des acides sont ordinairement insolubles dans l'eau, et que ce n'est pas par le lavage, mais seulement par le déposage et la filtration qu'il est possible de les éliminer. Bien des corps gras, et peut-être même aussi certaines huiles, ont la propriété de dissoudre les sels de chaux. Ces corps gras et ces huiles sont toutefois impropres à

bien des usages et ne peuvent être utilisés que dans la fabrication du savon. Si donc on se propose d'employer à l'épuration l'eau de chaux, il est prudent de faire préalablement des essais en petit avec l'huile à épurer.

ÉPURATION PAR LES CARBONATES ALCALINS

Comme la soude et la potasse sont meilleur marché que les lessives qu'on en fait, il est donc tout naturel qu'on ait essayé de s'en servir pour épurer les huiles. Mais leur emploi a donné lieu à deux inconvénients : 1° les carbonates alcalins émulsionnent les huiles et rendent ensuite la séparation difficile ; 2° l'addition de soude et de potasse aux huiles rances occasionne un dégagement d'acide carbonique qui détermine la formation d'une mousse gênante.

Otto Christian Hagemann (Brevet 1890) se sert de solutions très concentrées de carbonates alcalins, en agitant avec l'huile portée à une température d'environ 80°C des morceaux moyennement humides de soude cristallisée qui se dissolvent dans leur eau de cristallisation.

Lorsque le mélange est laissé en repos, il se divise en trois couches bien distinctes : la supérieure consiste en huile, celle du milieu en savon, et l'inférieure en lessive. Il ne se forme pas de couche émulsive comme lorsqu'on se sert de solutions étendues de carbonate alcalin et, par conséquent, la perte en huile est moins grande.

Afin que l'huile lavée après l'épuration soit sans odeur, on la traite par un courant de gaz inerte (acide carbonique, hydrogène ou azote) que l'on régénère en le faisant passer ensuite dans un réservoir rempli de noir animal.

ÉPURATION PAR LA CHALEUR ET PAR L'AIR

Dans une chaudière cylindrique de 1 m. 40 de diamètre et de 1 m. 90 de hauteur et dont le fond à faible concavité possède un tuyau de décharge avec un robinet, est disposé en tuyau à air, qui sort par le couvercle du cylindre et dont l'extrémité inférieure se termine au fond du cylindre en couronne perforée. La chaudière renferme, en outre, un serpentin fermé pour le chauffage par la vapeur ; elle peut aussi contenir un serpentin à vapeur perforé. Enfin, dans le couvercle pénètre un tuyau en communication avec un éjecteur ou aspirateur Kœrting. On remplit la chaudière aux deux tiers avec de l'huile que l'on chauffe par le serpentin fermé, puis on fait fonctionner l'éjecteur. Comme le couvercle ferme hermétiquement, il se produit d'abord une raréfaction de l'air, puis le tuyau à air aspire de l'air qui passe par la couronne perforée et se répand finement divisé dans l'huile, où il produit une très grande agitation. Cette agitation est même tellement forte, que la température dépasse de 10° celle produite par la vapeur par suite du frottement des moindres particules de l'huile les unes contre les autres. La chaleur détermine la coagulation des matières albuminoïdes et l'évaporation de l'eau, laquelle à son tour précipite les impuretés qui y sont en dissolution.

On n'a pas de données plus précises relativement à l'action de l'air. Tout ce que l'on sait, c'est qu'il agit principalement sur les matières colorantes qu'il oxyde et sur l'huile qu'il blanchit ; on ignore s'il agit sur les impuretés de l'huile. L'emploi de cet appareil rend toutefois nécessaire l'emploi d'épurants spéciaux pour enlever la rancidité de l'huile, ou le peu de résine qui peut s'y trouver ; car les acides gras libres et la résine sont solubles dans l'huile et ne s'éliminent ni par l'action de l'eau, ni par celle de la chaleur.

Le fait que l'huile ne subit aucune altération au contact de

l'air, provient de ce que la durée de ce contact est court et relativement faible. L'injection d'air aurait, du reste, pour effet, d'activer considérablement l'épuration par l'acide sulfurique. Les impuretés viennent surnager l'huile sous forme de mousse de couleur foncée, que l'on enlève ; dès qu'elle devient incolore, on interrompt l'injection et on fait passer de la vapeur d'eau à travers l'huile, qui est chauffée par ce moyen et qui subit en même temps un lavage par l'eau condensée.

ÉPURATION DES HUILES ET DES MATIÈRES GRASSES CONCRÈTES PAR LE TANNIN

On mélange intimement l'huile à purifier avec une solution de tannin ou avec une infusion de noix de Galle, on prend 10 litres de cette solution pour 100 litres d'huile. On abandonne ce mélange au repos pendant trois ou quatre jours, temps suffisant pour que le tannin se précipite avec les matières gélatineuses et albuminoïdes de l'huile, on tire au clair et on mélange avec une solution d'acétate de plomb, d'acétate d'alumine ou de sulfate de zinc.

Si l'on emploie l'acétate de plomb, la solution consiste en 1 kilogramme de sel pour 56 litres d'eau ; si c'est l'acétate d'alumine, en 1 kilogramme de sel et 36 litres d'eau ; si c'est le sulfate de zinc, en 1 kilogramme de sel pour 36 litres d'eau.

On emploie 45 litres de l'une ou de l'autre de ces solutions, au choix de l'opérateur, pour 450 litres d'huile, plus ou moins, suivant la nature des huiles.

Ce mélange doit être maintenu à une température d'environ 20° C. Si, en définitive, l'eau paraissait y être en excès, on brasserait le mélange avec 10 p. 100 de sulfate de chaux récemment calciné et réduit en poudre fine ; on clarifie par le repos et la précipitation et enfin par la filtration.

Pour rendre les huiles, ainsi purifiées, plus propres à certai-

nes applications, on y ajoute de 5 à 10 p. 100 d'une huile essentielle ou d'un hydrocarbure, tel que le pétrole, le naphte, l'essence de térébenthine, ou la meilleure huile essentielle qu'on extrait du goudron de houille par la distillation. On règle la dose suivant l'espèce d'huile sur laquelle on opère et l'inflammabilité qu'on se propose d'obtenir. L'huile essentielle ou l'hydrocarbure doit être intimement mélangée avec l'huile, soit par l'agitation, ce qui est bien simple, soit en faisant arriver des vapeurs de l'essence dans l'huile grasse, au moyen d'un appareil de Woolf.

Pour une huile d'éclairage de première qualité, les deux procédés réussissent également bien ; mais pour les huiles destinées au graissage des machines, le mélange et l'agitation suffisent.

Quant aux matières grasses végétales solides, voici comment on les traite : A une quantité donnée d'huile solide de palme ou autre huile végétale concrète, on ajoute environ 20 p. 100 d'huile essentielle, on place le mélange dans une cornue ordinaire, on applique la chaleur qui distille l'essence avec la portion la plus volatile de la matière grasse, qu'on peut employer immédiatement aux usages indiqués.

Il est préférable, néanmoins, de distiller à la vapeur, et pour cela, on met le mélange dans une cuve en bois fermée, munie d'un tuyau de vapeur provenant d'une chaudière, et se subdivisant en une série de tubes perforés qui garnissent le fond de la cuve.

Cette cuve ayant été chargée par une ouverture qu'on ferme ensuite hermétiquement, on tourne le robinet de vapeur ; tous les produits volatils sont enlevés et recueillis dans un serpentin ordinaire.

La matière grasse concrète qui reste dans la cuve, se trouve alors plus apte à recevoir d'autres applications variées auxquelles elle paraît, en cet état, plus propre qu'auparavant.

ÉPURATION DES HUILES ET DES GRAISSES PAR LES AGENTS D'OXYDATION ET PAR L'ACOOL (Procédé Schlinck-Heinrich).

L'inventeur divise les huiles grasses et les graisses en deux catégories :

1° Les huiles et les graisses qui, par suite de la présence d'huiles essentielles, possèdent un goût et une odeur désagréables ;

2° Les huiles et les graisses qui d'origine ont bonne odeur, mais qui par oxydation ont pris un mauvais goût et une odeur infecte.

Dans la première catégorie on peut ranger l'*huile de colza* et l'*huile de palme*.

Dans la deuxième, l'*huile d'olive* et l'*huile de coco*.

Pour épurer les huiles de la première catégorie, on les traite d'abord par l'acide sulfurique de la manière ordinaire, dans la proportion de 0,25 à 0,50 p. 100 du poids d'huile et de graisse traitées, on mélange bien, on lave et on laisse décanter dans des récipients convenables.

Au lieu de l'acide sulfurique, on peut se servir de matières oxydantes, telles que les acides chromique, permanganique ou autres analogues, dans une proportion allant jusqu'à 0,50 p. 100 de l'huile et de la graisse employées. On peut aussi employer la méthode d'épuration au chlorure de zinc.

Il importe, dans les deux derniers procédés, de ne pas laver à l'eau l'huile en traitement, mais après que les agents chimiques se sont déposés au fond du barboteur et ont été enlevés, de neutraliser l'huile ou l'acide avec une lessive plus ou moins alcaline.

L'huile ainsi préparée, après clarification complète effectuée au besoin au moyen de la filtration, est exposée dans des bassins plats qui peuvent être construits en fer, et chauffée à 110 ou 175° C, puis barbotée par de la vapeur d'eau portée à la

même température ; l'action de la chaleur et de la vapeur surchauffée doit se produire jusqu'à ce que cette dernière, en s'échappant, n'accuse plus la présence d'huiles volatiles. Puis, lorsque les huiles sont refroidies, on les filtre sur le noir animal ; l'huile perd ainsi toute odeur désagréable, se conserve bien comme toutes les autres huiles ou graisses comestibles.

Les huiles et graisses de la deuxième catégorie sont préalablement lavées à l'alcool à 96° au minimum, de préférence dans des cylindres agitateurs en fer. L'alcool et l'huile sont ensuite séparés par simple décantation spontanée, l'alcool retenu par l'huile ou la graisse est récupéré par la distillation, et les dernières traces sont enlevées par injection directe de vapeur sèche. L'alcool qui retient les acides gras constituant des sous-produits de valeur, ainsi que certaines huiles essentielles, est séparé par distillation.

L'air introduit et employé dans les appareils et alambics pour opérer leur vidange doit être préalablement séché.

Si après ce lavage les huiles et graisses accusent encore des odeurs et des goûts désagréables provenant d'huiles volatiles qui n'ont pu être enlevées par l'alcool, on applique alors le procédé préparatoire indiqué ci-dessus pour la première catégorie avant de filtrer au charbon animal.

ÉPURATION DES HUILES AU MOYEN DE LA VAPEUR SURCHAUFFÉE

L'emploi de la vapeur surchauffée pour épurer et décolorer les huiles de lin et les huiles fines a été appliqué depuis plus de vingt ans. La vapeur surchauffée à 200° C ou plus, en passant à travers les huiles, les décolore. Pendant l'opération, l'huile dégage une odeur particulière qui finit par disparaître si l'on prolonge l'action de la vapeur.

Appliquée à l'épuration et à la décoloration des *huiles de baleine*, la vapeur surchauffée entraîne avec elle les acides

volatils odorants et débarrasse l'huile de son odeur pénétrante ordinaire.

L'huile purifiée par ce moyen ne reprend plus l'odeur fétide qu'elle avait auparavant et se conserve longtemps sans altération.

On se sert également de la vapeur surchauffée pour décomposer l'huile de palme et pour fabriquer l'acide palmitique qui, mélangé à l'acide stéarique, sert à la fabrication des bougies.

ÉPURATION PAR LA VAPEUR HUMIDE ET LES AGENTS CHIMIQUES

M. Roufflo, à Marseille, a combiné l'emploi d'appareils mécaniques avec celui de la vapeur et d'agents chimiques.

Les appareils dont il se sert sont au nombre de quatre.

Le nº 1 a la forme d'une éprouvette à double enveloppe. On verse l'huile à traiter dans l'appareil, et on y fait passer un courant de vapeur humide, et en même temps qu'un courant de vapeur dans la double enveloppe pour maintenir la chaleur et empêcher la condensation de la vapeur dans l'huile.

L'appareil nº 2, de forme cylindrique, est muni d'un agitateur à mouvement très rapide (500 à 1.000 tours par minute) et chauffé de manière à ce que la température intérieure soit de 130 à 200° C, suivant les besoins.

L'appareil nº 3 est semblable au nº 2, mais dépourvu de moyen de chauffage.

Enfin, le nº 4 est une chaudière fermée dans laquelle l'air chaud pénètre au moyen d'un tube plongeur. A l'opposé de ce tube s'en trouve un autre qui sert à aspirer l'air chaud et à lui faire traverser l'huile. Une soupape et un robinet permettent de régler le courant d'air chaud. Dans l'intérieur de l'appareil se trouve un agitateur à palettes : sous l'influence de l'agitation produite par ce dernier et du passage de l'air chaud, l'huile est non seulement blanchie en un temps très court, mais encore désinfectée.

Application du procédé à l'huile de coton. — On introduit l'huile dans l'appareil n° 1 avec 50 litres d'eau salée à raison de 5 kilogrammes de sel par 100 litres d'eau, et on fait passer la vapeur humide pendant 2 heures. On verse ensuite 1 litre d'hypochlorite de soude ou de potasse et on continue l'action de la vapeur pendant une demi-heure en versant 1 à 2 kilogrammes d'acide chlorhydrique.

L'huile est ensuite retirée et filtrée, puis elle est traitée dans l'appareil n° 3 avec 100 litres d'eau chaude ou froide et 4 litres de lessive, ou 2 litres d'hypochlorite de soude ou de potasse. On agite fortement jusqu'à ce que l'huile soit devenue bien blanche et on décante.

2° Un second moyen consiste à mettre 100 kilogrammes d'huile dans le n° 3 avec deux ou trois litres de soude caustique étendue de 20 litres d'eau, et à agiter fortement pendant quelques minutes. Laisser reposer, filtrer et décanter.

3° On peut encore traiter l'huile avec 5 kilogrammes de chaux vive, agiter pendant une heure, décanter, agiter de nouveau avec 3 litres de lessive ou d'hypochlorite de soude ou de potasse et filtrer.

Application à l'huile de palme. — 1° Dans l'appareil n° 1, on met 100 kilogrammes d'huile de palme et 1 à 2 kilogrammes de lessive ou d'hypochlorite alcalin, on fait passer la vapeur une heure de plus que pour l'huile de coton. A la fin de l'opération, on ajoute, comme précédemment, les 2 kilogrammes d'acide chlorhydrique.

2° On soumet l'huile au battage dans l'appareil n° 2 avec 1 litre d'hypochlorite alcalin et on chauffe à 120-130° C. Il suffit de 250 à 500 tours à la minute pour le mouvement de l'agitateur. En moins d'une demi-heure, l'huile est blanchie.

3° En tenant l'huile en fusion et donnant à l'agitateur une vitesse de 2.000 à 3.000 tours par minute, on peut blanchir l'huile de palme sans le concours d'agents chimiques.

4° Par le moyen d'un courant d'air chauffé à 150 ou 200° C.

ou plus et traversant la masse d'huile dans l'appareil n° 4, on arrive également à blanchir cette huile.

Application aux huiles d'olives. — Les huiles d'olives fines ou communes sont d'abord traitées à froid, soit par les hypochlorites, soit par la lessive, soit par une solution de soude caustique, etc., en usant de ces alcalis à un degré très léger et en agitant l'huile pendant une ou deux heures.

Pour les huiles infectes, telles que celles du Levant ou de Turin, on emploie l'appareil n° 1, et pour 100 kilogrammes d'huile on ajoute 2 kilogrammes d'acide chlorhydrique. En deux heures l'infection a disparu.

Application aux huiles de poissons. — Ces huiles sont d'abord traitées à froid, comme les huiles de graines, puis dans l'appareil n° 1, pour les désinfecter avec l'acide chlorhydrique et lavées ensuite.

Pour l'huile de baleine, pendant qu'elle est soumise à l'action de la vapeur dans le n° 1, on ajoute 1 kilogramme d'acide étendu de 100 litres d'eau pour 100 kilogrammes d'huile; une demi-heure après, 1 litre de solution de 1 kilogramme d'acide oxalique dans 100 litres d'eau; une heure après, à deux ou trois reprises, 1, 2, 3 kilogrammes d'acide chlorhydrique, et enfin on lave et filtre.

Dans toutes ces opérations, les doses de réactifs n'ont rien d'absolu, et doivent varier suivant la nature intime ou le caractère tenace des huiles. De plus, toutes les huiles traitées par les acides dans l'appareil n° 1, doivent être lavées à l'eau bouillante. Pour certaines huiles, il est quelquefois utile de faire passer la vapeur dans l'appareil n° 2 pour l'opération; mais ce n'est pas rigoureusement nécessaire.

RAFFINAGE DES HUILES ET GRAISSES PAR LE PROCÉDÉ EKENBERG

Le raffinage des huiles et des graisses par le procédé Ekenberg consiste à relier un émulseur centrifuge (de la *Separa-*

tor Co, Stockholm) avec un séparateur Laval en batterie ou en une série de batteries par lesquelles on fait passer les huiles ; celles-ci sont d'abord intimement mélangées dans l'émulseur centrifuge avec les réactifs (ou avec l'eau de lavage), ensuite séparées à l'état pur dans le séparateur de Laval.

R. Benedikt a étudié ce procédé à la fois au laboratoire de la Separator Co, et dans le sien propre, avec des appareils fournis par cette société, et il en donne la description suivante (1) :

La combinaison d'un émulseur avec un séparateur constitue un « élément ». Dans le cas où l'émulsion formée dans le premier appareil se sépare facilement, on peut se dispenser de traiter la matière dans le séparateur qu'on remplace alors simplement par un récipient florentin. Le nombre d' « éléments » nécessaires pour former une « batterie », dépend naturellement du nombre de lavages nécessaires dans chaque cas particulier.

En règle générale, l'émulsion formée dans l'émulseur peut être coulée immédiatement dans le séparateur, le mélange avec les réactifs étant tellement intime que le raffinage s'opère instantanément. Dans le cas où la réaction exige une certaine durée, on intercale alternativement des récipients destinés à recevoir l'émulsion.

Les mélanges sont chauffés par un réchauffeur en tôle ou refroidis par un réfrigérant de même métal ; ils sont déversés d'un élément dans le suivant au moyen de pompes centrifuges actionnées par la même transmission que les éléments eux-mêmes.

Les émulseurs et les tambours des séparateurs sont construits en acier (dit *acide*) résistant à l'action de l'acide sulfurique concentré et des alcalis. Pour les acides dilués, on emploie du cuivre pour les émulseurs et un alliage de plomb et d'antimoine pour doubler l'intérieur des tambours.

(1) R. Benedict. Z. angew. Chem. 1893, 672-676.

Une batterie composée d'émulseurs et de séparateurs de dimensions moyennes peut mettre en œuvre de trois à six tonnes d'huile par jour, suivant la nature de l'huile, etc. Cependant, lorsque les huiles contiennent une proportion importante d'acides libres, soit jusqu'à 25 p. 100, le rendement des appareils est beaucoup plus faible.

Les exemples suivants permettront de se rendre compte de la manière dont on applique le procédé :

I. *Raffinage d'huiles grasses.* — Pour le raffinage des huiles grasses par l'acide sulfurique, comme pour l'huile de colza, trois éléments sont nécessaires, l'huile étant traitée par l'acide dans le premier, lavée à l'eau froide dans le deuxième et à l'eau chaude dans le troisième.

II. *Fabrication d'huiles neutres.* — L'auteur décrit une installation pour neutralisation d'huile de coco ou d'olive (contenant jusqu'à 25 p. 100 d'acides gras libres). Cette installation comprend six éléments, dans trois desquels les séparateurs centrifuges sont remplacés par des récipients florentins. L'huile est lavée d'abord avec une solution alcaline ; on donne ensuite un lavage à l'eau, suivi d'un second lavage avec solution alcaline, puis un lavage avec solution alcaline faible, enfin un lavage avec de l'acide très dilué et on termine par un lavage à l'eau chaude.

Comme l'émulseur travaille d'une façon très satisfaisante, les émulsions ne se séparent pas toujours complètement dans le séparateur. Cet inconvénient peut être attribué, non seulement à un défaut de montage, mais encore à d'autres circonstances particulières se rattachant à la nature des émulsions ; il peut même arriver qu'il se forme des émulsions qu'on n'arrive pas à séparer dans le séparateur. Ces sortes d'émulsions, appelées « critiques » par Ekenberg, peuvent être séparées en dix couches en modifiant la concentration des réactifs, en ajoutant du sel de cuisine, etc. Il s'ensuit qu'une batterie installée pour une huile déterminée ne peut servir pour une autre huile;

il faut tenir compte des circonstances particulières dans chaque cas.

Le procédé Ekenberg paraît présenter certains avantages : le travail y est continu, l'huile brute peut être débarrassée des impuretés de nature fibreuse, etc., par un simple lavage préliminaire à l'eau. Dans le raffinage au moyen des acides, on réalise une économie de 40 à 60 p. 100 sur les autres procédés, les pertes d'huile par saponification étant considérablement réduites. L'acide peut être séparé de l'huile à 2 p. 100 près, et la dépense d'alcali est par conséquent très faible.

Traitement des huiles et des graisses par la soude caustique et le sel de cuisine, — Moyen d'empêcher les matières de s'émulsionner. — On a proposé de traiter les huiles de mauvais goût par la chaux, sous prétexte que l'emploi de la soude caustique provoque la formation d'une émulsion inclarifiable. P. Huth affirme (1) qu'il s'est livré à de nombreuses expériences sur ce sujet, et qu'il empêche l'émulsion de se former en mélangeant la lessive de soude caustique avec une solution concentrée de sel de cuisine. Grâce à ce moyen très simple, les acides libres de l'huile s'en séparent sous forme de flocons savonneux, tandis que le chlorure de sodium empêche la graisse ou l'huile de s'émulsionner. En lavant, faisant chauffer l'huile ou la graisse avec une solution diluée de chlorure de sodium, on l'obtient parfaitement claire.

DÉSODORISATION ET BLANCHIMENT DES HUILES

La plupart des huiles sont colorées plus ou moins fortement. Les matières colorantes qu'elles contiennent normalement sont celles qui se rencontrent dans les feuilles des plantes, mais qui, dans les huiles, dérivent des fruits ou des graines dont les huiles sont extraites. Ces substances se rapprochent beaucoup

(1) Zeitschr. angew. Chemie, 1901, 7.

les unes des autres par leur composition chimique et possèdent toutes un grand pouvoir colorant, c'est-à-dire un poids minime de matière colorante donnant une teinte accentuée à une grande quantité d'huile.

Voici les noms de ces substances (1) :

Xanthophylle (jaune) ;
Chlorophylle (jaune) ;
Chlorophylle (bleue) ;
Erythrophylle (rouge).

Quelques-unes des huiles ne possèdent que de la xanthophylle et de la chlorophylle jaune ; d'autres, telles que l'huile d'olives, contiennent de la chlorophylle jaune et bleue qui donne à l'huile une nuance verdâtre. Dans l'huile de lin, on trouve toujours de l'érythrophile, accompagnée de chlorophylle jaune et bleue en plus ou moins grande quantité, et de la xanthophylle. Suivant les proportions relatives de ces substances, l'huile varie dans sa couleur. C'est ainsi qu'une huile de lin brune renferme un mélange d'érythrophylle et de chlorophylle bleue et jaune ; une huile brun verdâtre contient la chlorophylle bleue et jaune en quantité un peu plus grande. Les huiles pâles ou jaune clair ne contiennent généralement que de la xanthophylle.

Ces substances semblent être combinées aux huiles ou appartiennent à la série des corps gras. Elles ne peuvent être extraites des huiles ni par l'eau ni par les acides étendus. Mais elles sont très solubles dans l'alcool, et leurs solutions alcooliques se détruisent non-seulement par l'action combinée de l'eau et de l'air, mais encore par celle des acides minéraux étendus et de l'acide acétique. En solution aqueuse ou alcoolique, la lumière altère rapidement la chlorophylle bleue et détruit éventuellement toutes ces couleurs. Leur dissolution dans l'essence de térébenthine s'altère également très rapidement. Par contre, dissoutes dans de la paraffine fondue, elles font preuve d'une stabilité relative.

(1) *Monit. scient.*, 1895, p. 717.

L'hydrate de zinc, l'hydrate de cuivre, la baryte, la potasse, se combinent aisément avec la chlorophylle bleue pour former des sels métalliques, moins aisément avec la cholorophylle jaune ; la xanthophylle et l'érythrophylle ne donnent que très difficilement des combinaisons.

Bien que la plupart des procédés d'épuration aient également pour effet de blanchir plus ou moins les huiles, ils sont impuissants pour faire disparaître certaines matières colorantes, qui exigent dès lors l'emploi de procédés spéciaux.

Beaucoup de matières colorantes sont volatiles, c'est pourquoi on chauffe les huiles, auxquelles ces matières communiquent une odeur désagréable, jusqu'à une certaine température, dans des chaudières fermées pourvues d'un tuyau de dégagement pour les gaz. On peut aussi soumettre l'huile à l'évaporation en y faisant passer des vapeurs d'eau ; la vapeur peut, dans certaines conditions, enlever la mauvaise odeur de l'huile. Cette opération, cependant, a pour effet de rendre la couleur de l'huile plus foncée. L'odeur de l'huile s'améliore le plus souvent par la filtration sur du noir animal récemment calciné, ou sur des matières qui ont une action analogue ; de même l'épuration par la lessive de soude, l'ammoniaque, l'eau de chaux, etc., fait disparaître l'odeur rance de l'huile. L'éther nitrique passe pour un excellent agent dépuratif, mais surtout de désodorisation. On en ajoute à l'huile une petite quantité qui lui enlève aussitôt toute mauvaise odeur, et cette action désodorisante peut devenir plus énergique si on chauffe ensuite l'huile à épurer. On attribue aussi à l'éther nitrique la propriété d'empêcher l'huile de rancir. Ce procédé cependant a besoin d'être vérifié, car il ne paraît guère vraisemblable. Rappelons enfin que la plupart des procédés d'épuration affaiblissent ou font disparaître l'odeur de l'huile brute. D'après S.-H. Cochran (du Massachussett), l'écorce d'orme constitue une excellente matière désodorisante. On chauffe les huiles à une température de 65 à 95° et l'on ajoute, en agitant énergiquement, de petites quantités d'écorce d'orme pulvérisée. Cette écorce passe non-

seulement pour enlever aux huiles leur mauvaise odeur, mais encore pour leur donner une odeur agréable.

Le blanchiment par les procédés physiques. — Parmi ces procédés on compte la filtration sur le noir animal, la décoloration par la tourbe de mousse, le procédé Brunner, etc.

La filtration sur le noir animal a été recommandée par Mulder spécialement pour les huiles siccatives. Le noir animal possède la propriété d'attirer et de retenir les matières odorantes et les matières colorantes, mais il ne se prête guère au blanchiment des huiles, car on est obligé le plus souvent de recourir, après la filtration, au blanchiment au soleil. Les filtres à noir sont des cylindres en tôle à double enveloppe, dans lesquels se trouve le noir animal. Dès que l'action décolorante commence à s'affaiblir, on enlève l'huile au moyen d'un procédé quelconque et l'on revivifie le noir par la calcination à l'abri de l'air. La terre de porcelaine ou terre grasse passe pour exercer sur l'huile une action décolorante. Il a déjà été question plus haut de l'emploi de la terre grasse. Quant à la terre de porcelaine, on en dilue 50 parties dans 50 parties d'eau et l'on ajoute à ce mélange 500 parties d'huile. Le résultat nous paraît douteux.

Dans bien des cas, on blanchit les huiles par l'albumine. On ajoute une solution d'albumine à la température ordinaire et l'on chauffe à la vapeur jusqu'à ce que l'albumine se coagule. Celle-ci forme des flocons qui enveloppent les impuretés et attirent à eux les matières colorantes. On laisse reposer, puis on décante l'huile clarifiée. Il se peut que l'albumine soit un agent dépuratif mécanique, utilisable; il est douteux qu'elle soit un décolorant.

Le procédé du professeur Brunner (1) est basé également sur une épuration mécanique. On dissout dans l'eau de la gomme ou de l'empois d'amidon et on mélange cette solution si intimement avec l'huile qu'il en résulte une émulsion. Puis

(1) *Dingler's Polyt. Journ.*, 1858

on y ajoute du charbon de terre broyé, purifié par la calcination à l'abri de l'air et le tamisage (2 parties pour 1 partie d'huile) et on mélange bien. Il en résulte une masse pâteuse que l'on soumet à une température de 100° au maximum pour la débarrasser par l'évaporation de toute l'eau qu'elle contient. On épuise le résidu avec de l'éther, de l'éther de pétrole ou de la benzine ; on laisse l'extrait se clarifier si cela est nécessaire, et on enlève ensuite le dissolvant par la distillation.

L. Spœte, de Mayence, a inventé un nouveau procédé de blanchiment des huiles avec de la tourbe de mousse (Brevet allemand 25.995, 24 avril 1883). La tourbe de mousse finement coupée ressemble à du tabac à fumer. Sa densité qui est, assure-t-on, de 0,09, la met à même d'absorber jusqu'à 900 p. 100 de liquide. On mélange avec 900 parties d'huile 100 parties de tourbe de mousse. Il en résulte un mélange filamenteux qui n'est plus liquide. On l'étale par terre, au soleil, en couches minces, ou bien on le traite par des gaz ou par des liquides décolorants. De la masse débarrassée de l'eau qu'elle contenait, on extrait l'huile par les presses ou par les dissolvants et l'on obtient une huile parfaitement blanche. Dans ce procédé (et c'est par là qu'il diffère de celui de Brunner), la tourbe de mousse sert uniquement, dans ces conditions, de moyen pour diviser l'huile, car il faut procéder à un blanchiment chimique ou du moins à un blanchiment au soleil. Mais si la tourbe de mousse ne possède pas elle-même des propriétés décolorantes ou épurantes, ce procédé de blanchiment peut revenir un peu cher, d'autant plus qu'il fournit aussi de l'huile rance.

Blanchiment par l'air et l'ozone. — On a déjà fait observer que le procédé d'épuration par injection d'air finement divisé détermine aussi le blanchiment de l'huile. Il faut aussi admettre l'intervention de l'air dans le blanchiment naturel, par le soleil. L'air ozonisé exerce une action encore plus énergique. On l'obtient en plaçant des bâtons de phosphore non entièrement recouverts d'eau dans un endroit fermé, ou en

faisant passer des décharges électriques dans cet endroit où l'on place l'huile en couches peu épaisses dans des récipients. Voir plus loin (page 491) le raffinage de l'huile de lin par l'ozone.

LE BLANCHIMENT AU SOLEIL

On appelle ce procédé *blanchiment naturel* par opposition aux procédés de blanchiment chimique. On avait remarqué depuis longtemps l'action du soleil dans le blanchiment, bien qu'on ne soit pas encore parvenu à l'expliquer d'une façon complète et satisfaisante. Un fait acquis, c'est que le blanchiment au soleil réussit tout particulièrement bien en présence d'air et d'eau en évaporation. Il est probable que, dans ce procédé, l'oxygène de l'air s'ozonise, c'est-à-dire que les molécules d'oxygène ordinaire, qui renferment deux atomes, donnent naissance à des molécules d'ozone renfermant chacun trois atomes d'oxygène. Or, l'ozone exerce une action oxydante très énergique sur les matières odorantes organiques et les transforme en matières jaunes d'apparence incolore. Cette oxydation peut, dans certaines conditions, aller jusqu'à la destruction de la matière colorante qui se transforme alors en acide carbonique et en eau. Il est également possible que l'oxygène de l'air, sous l'influence du soleil, transforme une partie de la vapeur d'eau en peroxyde d'hydrogène qui serait, lui aussi, une matière oxydante. Mais il faut aussi reconnaître que le soleil exerce une action directe sur les matières colorantes ; car le soleil peut, même sans l'intervention de l'air ou de l'eau, blanchir des matières colorées jusqu'à un certain degré.

L'opération du blanchiment des huiles par le soleil se pratique de la manière suivante : les huiles de prix (huiles d'olive) que l'on possède en quantités plus petites, sont mises dans des bouteilles de verre incolore et exposées à l'insolation. Quand il s'agit de grandes quantités d'huile, on les met dans de grands cylindres en verre ou dans des caisses en zinc ou en bois revêtu de fer blanc. La hauteur de l'huile dans ces caisses ne doit pas

dépasser 5 centimètres. Le blanchiment dure assez longtemps, ce qui fait que l'huile devient facilement rance, surtout quand on emploie les caisses. On active la marche de l'opération en mélangeant à l'huile, de temps en temps, de l'esprit de vin de faible degré ou bien une solution de sulfate de fer. Malgré tout cela, il se passe des semaines avant qu'on atteigne le résultat désiré.

BLANCHIMENT PAR LE PEROXYDE D'HYDROGÈNE

Le peroxyde d'hydrogène se vend aujourd'hui à bon marché dans le commerce sous forme d'une solution aqueuse de 10 p. 100. On en ajoute 4 ou 5 p. 100 à l'huile et on agite fréquemment et énergiquement. L'action décolorante se produit au bout de quelques jours. La clarification des huiles ne présente aucune difficulté, en sorte qu'on peut recommander cette méthode dont l'application n'est préjudiciable en aucune manière. Elle présente cependant un inconvénient qui est à signaler : la solution de peroxyde d'hydrogène est facilement décomposable et ne peut se conserver longtemps ; il est vrai que l'addition d'un peu d'acide sulfurique permet de remédier à cet inconvénient.

Cependant l'huile blanchie par cette sorte de solution doit subir ensuite un lavage à l'eau qui en enlève l'acide. Enfin, l'huile destinée à être ainsi blanchie doit être complètement épurée, le peroxyde d'hydrogène n'ayant aucune action épurante.

BLANCHIMENT PAR LE PERMANGANATE DE POTASSE, etc.

Ce procédé est basé sur la propriété du permanganate de potasse de communiquer de l'oxygène à des corps d'une oxydation facile et de se décomposer, en ce faisant, en des combinaisons

inférieures. Cette réaction est activée par l'addition d'acide chlorhydrique ou sulfurique. En présence d'acide sulfurique, le permanganate de potasse se décompose en sulfate de potasse, sulfate de manganèse, eau et oxygène. La décomposition par l'acide chlorhydrique produit des chlorures, de l'eau et de l'oxygène.

Mais l'oxygène mis en liberté décompose ensuite l'excédent de l'acide chlorhydrique, en sorte que si l'acide chlorhydrique a été ajouté dès le début de l'opération, la réaction pourrait être désignée sous le nom de blanchiment par le chlore. L'application du procédé comporte divers modes, dont les plus usités sont les deux suivants :

1° Le procédé de E. Diétrich. On met dans un récipient pourvu d'un robinet d'écoulement 1 kilogramme de permanganate de potasse que l'on dissout dans 30 kilogrammes d'eau chaude. Puis, tout en agitant continuellement, on y ajoute 50 kilogrammes d'huile et on laisse reposer deux jours tout en remuant le mélange de temps à autre. On ajoute ensuite 20 kilogrammes d'eau chaude et 5 kilogrammes d'acide chlorhydrique brut et on agite énergiquement et longtemps. Au bout de quelques jours, on soutire la couche aqueuse et on lave l'huile à l'eau, puis on filtre (Lichtenberg).

2° On met l'huile dans des tonneaux revêtus de plomb à l'intérieur et pourvus d'un agitateur, d'un serpentin et d'un robinet d'écoulement. On ajoute ensuite à 100 kilogrammes d'huile de 500 à 600 grammes de permanganate de potasse et 1 à 2 kilogrammes d'acide sulfurique anglais que l'on a préalablement dilué dans une quantité d'eau cinq ou six fois plus grande ; on chauffe le mélange et on l'agite énergiquement pendant une demi-heure ou une heure. Puis on laisse reposer de six à douze heures ; au bout de ce temps, on soutire la couche brune chargée de manganèse aqueux et acide, on lave l'huile encore deux ou trois fois à l'eau et on la décante. Il se trouve généralement entre l'huile et l'eau une masse émulsionnée ; on la recueille

et, quand on en a une certaine quantité, on en retire l'huile d'une manière quelconque.

Le blanchiment par le permanganate de potasse produit une huile d'une limpidité parfaite, mais il lui donne une odeur désagréable que l'on peut attribuer d'un côté à l'odeur particulière du permanganate, de l'autre côté à la rancidité de l'huile survenue pendant l'opération.

Blanchiment par le peroxyde de manganèse et par l'acide sulfurique. — Le peroxyde de manganèse mélangé avec l'acide sulfurique se convertit en sulfate de manganèse, eau et oxygène.

L'on voit que même dans ce cas l'oxygène a une action décolorante. On dilue un litre d'acide sulfurique anglais dans 30 litres d'eau. On ajoute ce mélange à 100 kilogrammes d'huile et l'on chauffe le tout. Puis on le remue en y ajoutant par petites quantités du peroxyde de manganèse réduit en poudre fine, jusqu'à ce que le blanchiment soit complètement achevé. On laisse ensuite reposer, on soutire la partie acide et aqueuse; on lave et on filtre l'huile.

Blanchiment par le bichromate de potasse. — Le bichromate de potasse n'exerce d'action décolorante que lorsqu'on y mélange de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique. Il se comporte alors comme le permanganate de potasse. La réaction avec l'acide sulfurique donne du sulfate de chrome et de potasse, de l'eau et de l'oxygène. La réaction par l'acide chlorhydrique donne des chlorures de chrome et de potassium, de l'eau et de l'oxygène.

Mais l'oxygène combiné avec l'acide chlorhydrique se décompose en eau et en chlore, en sorte qu'il y a dans ce cas blanchiment par le chlore. Cependant on opère ordinairement en se servant d'acide sulfurique en quantités égales et de la même manière que dans le procédé n° 2 du blanchiment par le permanganate de potasse. Le liquide aqueux placé dans l'huile présente dans ce cas un aspect vert. Si l'huile blanchie au bichromate de potasse prenait une odeur quelconque, celle-ci ne

pourrait provenir que de la rancidité de l'huile, car ni le bichromate de potasse ni les procédés auxquels il donne naissance ne possèdent aucune espèce d'odeur.

Blanchiment par le chlore. — L'action décolorante du chlore est en premier lieu une action d'oxydation indirecte; en second lieu, une action qui enlève l'hydrogène et qui, par conséquent, décompose la matière colorante. En effet, quand le chlore au moment de sa mise en liberté, ou le chlore libre, se rencontre avec de l'eau au soleil, il enlève à celle-ci l'hydrogène, en forme de l'acide chlorhydrique et met l'oxygène en liberté. Cet oxygène oxyde ensuite les couleurs et en fait une couleur jaune; mais le chlore peut, en outre, enlever directement à la matière colorante de l'hydrogène et détruire celui-ci en le carbonisant comme le fait le chlore avec l'huile de térébenthine. On ne fabrique jamais le chlore sous forme de gaz, mais on l'introduit dans l'huile de manière à ce que le gaz se développe toujours lui-même dans l'huile destinée à être blanchie.

Les procédés de blanchiment par le chlore sont les suivants : 1° on agite l'huile avec des solutions d'hypochlorites, notamment avec de l'extrait aqueux de chlorure de chaux ou avec de l'eau de javelle. L'extrait renferme de l'hypochlorite de chaux; l'eau de javelle n'est en principe qu'une solution aqueuse de sel de cuisine et d'hypochlorite de soude; les hypochlorites se décomposent très facilement (par exemple dans la chaleur) en combinaisons de chlore et en oxygène; dans ce cas, c'est l'oxygène qui exerce l'action décolorante. Sous l'action d'un acide, même de l'acide carbonique de l'air, mais encore bien plus sous celle de l'acide chlorhydrique, le chlore et l'oxygène sont mis en liberté. Dans ce cas, l'oxygène exerce une action oxydante directe, le chlore une action oxydante indirecte; de plus, il enlève l'hydrogène. Le procédé consiste à ajouter à 100 kilogrammes d'huile 1 kilogramme de la solution concentrée d'hypochlorites; on mélange et l'on ajoute ensuite 1 kilogramme d'acide chlorhydrique brut. On met l'huile dans des

cuves de bois munies de serpentins; les cuves et les serpentins doivent être bien goudronnés pour que le chlore ne puisse pas les attaquer; puis on chauffe et l'on mélange à 100 kilogrammes d'huile de 2,5 à 5 kilogrammes d'acide chlorhydrique brut. Enfin on ajoute peu à peu à ce mélange et tout en agitant continuellement de 0,75 à 1 kilogramme d'un oxydant. Cet oxydant produit de l'oxygène qui, par l'oxydation, transforme en eau l'hydrogène de l'acide chlorhydrique et met ainsi le chlore en liberté. On peut employer comme oxydants : le chlorure de potassium, le permanganate de potasse, le peroxyde de manganèse, le bichromate de potasse, etc. L'action décolorante du chlore s'exerce dès lors de la manière déjà décrite. Il est à remarquer que dans les procédés 1 et 2 l'acide chlorhydrique existe toujours en excès. Il va de soi qu'il faut laver à fond l'huile ainsi blanchie ; on peut employer pour enlever l'odeur tenace du chlore d'abord de l'eau additionnée d'acide chlorhydrique, puis de l'eau pure.

3° Dans le procédé dit *procédé de blanchiment rapide* de M. Herzog, on ajoute à l'huile, à la température ordinaire et en remuant de cinq à dix minutes, 2 à 3 p. 100 de sel de cuisine et 25 à 30 p. 100 d'eau. On fait passer en même temps à travers le mélange un courant électrique qui met en liberté le chlore exerçant sur l'huile son action décolorante. Nous ne signalons cette méthode de blanchiment électrique qu'à titre de simple curiosité.

Le blanchiment par le chlore présente deux inconvénients : 1° l'huile garde une légère odeur de chlore quand on ne la lave pas à l'eau à plusieurs reprises et avec beaucoup de soin; 2° tout excès de chlore attaque la matière grasse en la décomposant et en déterminant la formation de combinaisons volatiles résultant de la glycérine mise en liberté et qui sont très désagréables.

LE BLANCHIMENT PAR L'ACIDE SULFUREUX

L'acide sulfureux (SO^2) s'obtient par la combustion du soufre, par l'échauffement d'acide sulfurique avec du cuivre, du charbon, etc., il forme un gaz incolore, d'une odeur piquante, soluble dans l'eau. En présence d'eau, il exerce une action décolorante très énergique, soit en se combinant avec l'eau et l'oxygène de la matière décolorante pour former de l'acide sulfurique, soit en se combinant avec l'eau pour former de l'acide sulfurique et mettant en liberté l'hydrogène qui exerce une action réductrice sur la matière colorante, soit enfin en se combinant avec la matière colorante pour former une combinaison incolore (Schædler).

On procède comme suit : 1° On agite l'huile avec le bisulfite de soude du commerce avec ou sans addition d'acide sulfurique, en la chauffant ou non. Si l'on y ajoute simplement la solution du sel et qu'on agite en chauffant, on obtient la décomposition de sel acide avec séparation d'eau et d'acide sulfureux et formation du sel normal. Si, au contraire, on ajoute aussi de l'acide sulfurique, le sel neutre subit lui aussi une décomposition accompagnée d'une mise en liberté d'acide sulfureux et formation de sulfate de soude. C'est pourquoi on ajoute d'ordinaire à 100 kilogrammes d'huile environ 1 kilogramme à 1 kilog. 5 de bisulfite de soude et l'on mélange à fond, ensuite on y introduit par petites quantités de l'acide sulfurique jusqu'au moment où ce dernier est en léger excès. J.-H. Chaudet, au contraire, décompose l'huile avec 2 ou 3 p. 100 de bisulfite, il chauffe jusqu'à 25-35° et agite jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide sulfureux. 2° L'on met l'huile dans l'appareil décrit plus haut pour l'épuration des huiles par l'air, ou dans un appareil semblable dont on relie le tuyau à aspirer l'air avec le tuyau de dégagement d'un fourneau où l'on brûle du soufre et dont on fait fonctionner l'aspirateur d'air. Ce qui

est aspiré ici à travers l'huile est de l'acide sulfureux. La disposition de l'appareil peut être celle de la figure 81 ou celle de la figure 82. Dans la figure 81, la vapeur entre par B et aspire du côté A l'acide sulfureux. Le mélange de vapeur et d'acide sulfureux passe par C dans la direction du serpentin D d'où il sort à l'état finement divisé pour traverser le tamis E qui le divise à son tour en minces filets. La vapeur et l'acide sulfureux non utilisés s'échappent par F. Dans la disposition représentée par la figure 82, A doit être un récipient à fermeture hermétique qui renferme l'huile. La vapeur entre par B. Il en résulte d'abord dans A une raréfaction de l'air et plus tard une aspiration d'acide sulfureux du côté E. Ce dernier sort en filets minces d'un tamis en forme de couronne F et traverse l'huile dans A. Ce qui en reste inutilisé s'échappe par CD; c'est pourquoi D doit aboutir dans des appareils d'absorption de l'acide sulfureux. Il va de soi que l'action aspiratrice de l'injecteur de vapeur doit être réglé de façon à ce qu'il ne soit aspiré que la quantité d'acide sulfureux nécessaire au blanchiment. Dans le second appareil, il n'entre donc pas de vapeur dans l'huile. Ces appareils fournissent d'excellents résultats. L'huile blanchie doit finalement être soumise à un lavage.

L'acide dit hydrosulfureux (H^2SO^2) possède des propriétés décolorantes plus énergiques et relativement plus réductrices que l'acide sulfureux ; il vaudrait peut-être la peine qu'on en fît l'essai pour le blanchiment des huiles. On emploierait tout d'abord les liquides que l'on obtient en décomposant avec du zinc une forte solution aqueuse d'acide sulfureux renfermée dans un récipient fermé à température ordinaire. Puis, on pourrait aussi chercher à savoir s'il vaut mieux de mélanger à l'huile l'acide sulfureux aqueux en même temps que de la poussière de zinc, ou d'utiliser l'acide libre.

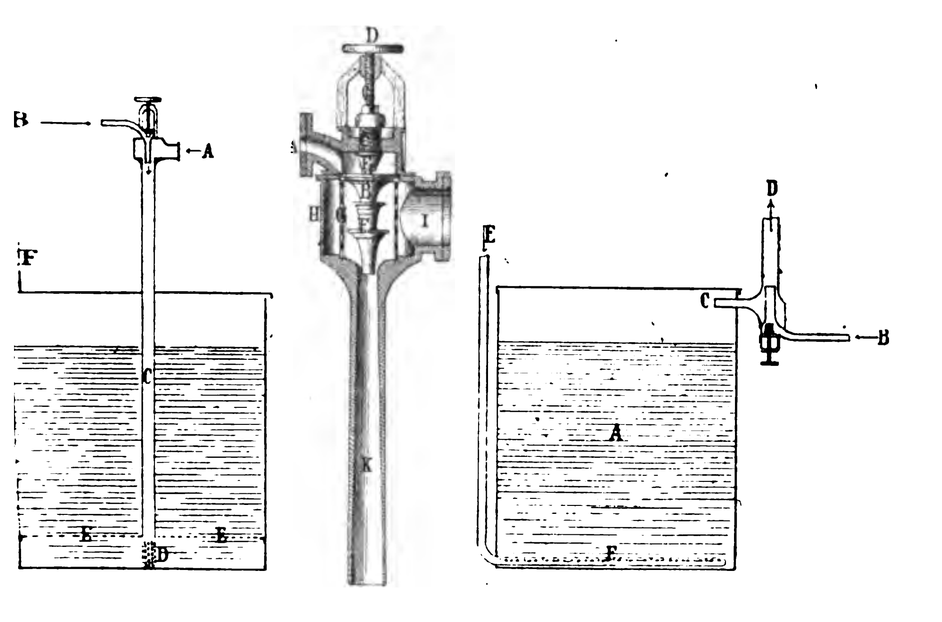


Fig. 81, 82 et 83.

APPLICATION DES PROCÉDÉS DE BLANCHIMENT ET D'ÉPURATION DANS QUELQUES CAS PARTICULIERS

Epuration d'huiles de navette et de colza. — C. Puscher recommande pour les huiles de lin, de pavot, de colza, le procédé suivant : On mélange 1 kilogramme d'acide sulfurique anglais avec 1 kilogramme d'alcool de 96 p. 100 que l'on ajoute à 100 kilogrammes d'huile. Le mélange est tout d'abord clair ; plus tard il devient trouble et d'apparence verte et, enfin, il dépose une lie noire au bout de 24 à 48 heures. Les huiles soutirées de ce dépôt sont lavées à l'eau chaude, clarifiées et

filtrées, si besoin est. Elles sont limpides comme de l'eau ou légèrement colorées en jaune clair. L'action du procédé est due, paraît-il, à l'acide éthylsulfurique ($C^2H^5HSO^4$) qui s'est formé par la combinaison de l'alcool et de l'acide sulfurique. Cependant l'huile de navette s'épure ordinairement avec de l'acide sulfurique dont on emploie 1 p. 100. On agite le mélange jusqu'à ce qu'il devienne verdâtre, puis on le laisse reposer et se clarifier. Ensuite on ajoute 70 p. 100 d'eau à 50°, en même temps que 1,5 p. 100 de chaux éteinte délayée dans dix fois la même quantité d'eau. Après avoir agité énergiquement, on verse le mélange dans une cuve à clarifier ou on laisse reposer pendant huit ou quinze jours, au bout desquels on soutire l'huile. Les impuretés qui ont été séparées nagent en partie sur l'eau et renferment encore un peu d'huile. On ajoute à ce mélange d'huile et d'impuretés du tourteau émietté et l'on met la masse chaude sous presse afin d'en retirer l'huile qui y est restée. La perte totale d'huile qu'entraîne ce procédé est tout au plus de 2 p. 100 (Lichtenberg).

Procédé Renard. — Le procédé d'épuration de l'huile de colza de Renard ne diffère pas beaucoup du précédent. On met l'huile dans un récipient en bois revêtu de plomb à l'intérieur. On y ajoute de 0,5 à 2 p. 100 d'acide sulfurique à 66° et l'on agite énergiquement, ce qui rend l'huile d'abord verte, puis noire. Après avoir agité pendant quinze à vingt minutes, on laisse reposer le tout pendant quelque temps. Il se forme aussitôt au fond du récipient un dépôt noir. On décante dans un autre récipient l'huile qui surnage et l'on y ajoute un égal volume d'eau chaude. On mélange l'huile avec l'eau de manière à lui donner une apparence laiteuse. La séparation se fait au bout de douze à quinze jours ; on peut ensuite soutirer l'huile épurée.

Il vaut mieux que l'huile sortant du premier récipient soit transvasée dans une cuve munie d'un serpentin et qu'on y fasse entrer de la vapeur. Celle-ci se condense tout d'abord, puis elle pénètre dans l'huile et détermine un lavage à fond ; au bout de dix minutes, on peut arrêter la vapeur. La clarification se fait

très rapidement, de sorte que l'huile peut être soutirée au bout de 12 à 24 heures. Elle doit être filtrée dans l'un et l'autre procédés. Il est à remarquer que la température de l'huile ne doit pas dépasser 25 à 30°, car, si à une température plus élevée la filtration se fait plus rapidement, l'huile, en revanche se trouble de nouveau assez facilement dès qu'elle se refroidit.

Procédé Marchand. — Le procédé de Marchand s'emploie également pour l'épuration de l'huile de colza. On fait tomber l'acide sulfurique goutte à goutte sous forme de pluie dans l'huile que l'on agite en y injectant de l'air. Il se développe à la surface une mousse noire que l'on enlève jusqu'au moment où elle devient blanche, puis on porte l'huile dans une chaudière, on y fait passer de la vapeur pendant trois quarts d'heure. On laisse refroidir l'huile et on la filtre.

Épuration de l'huile d'olive. — L'huile d'olive est épurée, ainsi que nous l'avons déjà dit, par la clarification, par une addition d'ammoniaque, etc. De plus, on la blanchit au soleil. Les différents procédés ont été mentionnés précédemment ou sont décrits au chapitre traitant de l'huile d'olive. Nous ne voulons nous occuper ici que du blanchiment de l'huile verte. On la fait bouillir tout d'abord avec une solution de sel de cuisine, puis on laisse déposer, on décante et l'on traite l'huile avec une solution de peroxyde d'hydrogène ammoniacal qui détermine le blanchiment. Enfin on lave encore une fois à l'eau salée.

L'épuration de l'huile de ricin. — On fait ordinairement bouillir l'huile de ricin avec beaucoup d'eau et on écume. Pendant l'ébullition, l'albumine se coagule, tandis que les matières gluantes, l'amidon, etc., se dissolvent. On décante l'huile ; on la chauffe de nouveau après y avoir ajouté très peu d'eau, et c'est ainsi que l'on fait disparaître les matières volatiles et qu'on opère la clarification.

L'air doit être exclu autant que possible de toutes ces opérations (Carpenter). C.-M. Parnesi a imaginé un autre procédé : on mélange intimement 1.000 parties d'huile de ricin, 25 par-

ties de noir animal bien purifié et 10 parties de magnésie. On maintient ce mélange pendant trois jours à une température de 20 à 25° C et l'on agite de temps à autre. Puis on filtre.

C. Reich (Brevet allemand n° 93.596) opère comme suit : l'huile blanche italienne de meilleure qualité est dissoute dans l'alcool absolu, puis chauffée à une température de 60-75° dans un vase hermétiquement clos ; puis on l'additionne d'eau distillée, portée également à la température de 60-75°, et on la soumet à une agitation énergique pendant 2-3 heures. Le mélange intime de l'eau et de l'huile émulsionnée est ensuite abandonné au repos pendant quelques heures dans un récipient fermé, puis l'huile est décantée. Comme elle contient encore de l'eau et de l'alcool, on la porte de nouveau à la température de 60-75° dans un récipient à fermeture hermétique et on la traite comme la première fois. On applique ce traitement quatre fois consécutives ; l'huile décantée pour la quatrième fois de dessus la couche d'eau est ensuite abandonnée à elle-même pendant 48 heures à une température de 50-75° en vase clos. Elle se dépouille alors complètement des dernières traces d'eau ; on la décante et la filtre.

RAFFINAGE DE L'HUILE DE COTON

Depuis quelques années, l'Europe importe des quantités importantes de graines de coton qui sont mises en œuvre dans les huileries de différents pays. Au début, on s'était heurté à de grandes difficultés pour obtenir des huiles de même qualité que celles produites en Amérique. L'huile de coton, en effet, est beaucoup plus difficile à raffiner que les autres huiles qu'il suffit de laisser reposer pendant un temps suffisant.

On a pris de nombreux brevets pour le raffinage des huiles de coton, mais les essais auxquels on s'est livré ont tous montré que les inventeurs manquaient de l'expérience que seule donne

la pratique, de sorte qu'ils n'ont pas atteint le but cherché. Il faut ajouter à cela que la graine de coton qu'on avait d'abord importée était rarement en bon état de conservation, de sorte que l'huile brute qu'on en avait extraite était d'avance réfractaire au raffinage.

Mais, depuis quelque temps, les circonstances ont été modifiées, car on est arrivé à importer la graine fraîche à l'état de conservation parfaite et en quantités illimitées, et d'un autre côté on a appris, soit par l'expérience directe, soit en s'appuyant sur les méthodes usitées en Amérique, à raffiner convenablement l'huile de coton, qui égale maintenant celle des premières marques américaines. Nous allons décrire le procédé employé (1).

L'huile de coton brute se présente sous forme d'un liquide rouge brun, parfois même noir, d'une saveur amère, rance, qui ne se clarifie pas d'elle-même ; elle dépose les particules solides qu'elle tient en suspension, même après un repos de plusieuss semaines. Le problème à résoudre consiste donc, d'une part, à débarrasser l'huile de la matière colorante noire qu'elle tient en dissolution et, de l'autre, de sa rancidité, c'est-à-dire de l'acide oléique libre qui s'y développe par suite d'une série de décompositions dont elle est l'objet. L'emploi des acides est donc exclu d'avance ; la matière colorante noire de l'huile doit être précipitée par sursaturation avec des alcalis. La matière la plus convenable pour cet effet est la soude caustique en solution à 15° B. Des solutions plus faibles, abstraction faite de la lenteur de leur réaction, introduisent inutilement beaucoup d'eau dans l'huile et donnent lieu à la formation d'une émulsion ; des solutions plus fortes, au contraire, produisent une saponification partielle d'huile non décomposée, ce qu'il faut éviter.

On détermine d'abord expérimentalement et de façon approximative la quantité de soude caustique nécessaire pour le

(1) D'après le docteur H. Krummel, *Chem. Ztg.* 1904, p. 123.

raffinage d'une huile donnée, en titrant un échantillon d'huile dissoute dans l'alcool et l'éther avec une solution de soude décinormale et employant la phtaléine de phénol comme indicateur, après quoi on fait un essai de raffinage en petit, en agitant un échantillon d'huile avec la quantité de lessive de soude ainsi déterminée, et soumettant ensuite le mélange à une douce température. Si l'huile débarrassée du dépôt formé par filtration n'accuse pas la coloration jaune claire désirée, on augmente proportionnellement la quantité de soude caustique. Pour chaque lot d'huile à raffiner, il faut toujours faire un essai préalable.

Le raffinage s'effectue en ce sens que la matière colorante (qui naturellement reste en dissolution aussi longtemps que l'huile contient de l'acide libre), au moment de sa précipitation, coagule le savon resté jusque-là en dissolution. L'huile se « rompt » en terme de métier, et c'est là le signe que la réaction touche à sa fin. La quantité de soude caustique déterminée au laboratoire est introduite en jets minces dans l'huile, qu'on raffine ordinairement par quantités de 10.000 kilogrammes dans de grandes caisses rectangulaires en tôle. Durant l'opération, la température de l'huile ne doit pas descendre au-dessous de 20° C, sinon celle-ci est exposée à précipiter de la stéarine. Par contre, ni la solution de soude, ni l'huile ne doivent avoir une température supérieure à 20° C pendant qu'on opère le mélange, sinon on s'expose à saponifier une fraction d'huile non décomposée. L'huile est maintenue constamment en bouillonnement au moyen d'une injection d'air puissante et ininterrompue faite par le bas, ce qui opère un mélange intime du réactif avec l'huile, résultat qu'on ne pourrait obtenir avec n'importe quel agitateur mécanique. Aussitôt que l'huile est « rompue », on la chauffe progressivement à 40° C au moyen d'un serpentin disposé dans le récipient, tout en agitant continuellement au moyen d'injection d'air, puis on élève rapidement la température à 50-60° C. On continue d'agiter jusqu'à ce que le savon, qui, par suite de la matière colorante emprisonnée, paraît noir.

se précipite en gros flocons, qui se déposent ensuite rapidement au fond lorsque l'huile est au repos. L'huile doit être chauffée au moins à 50° C afin que le savon se rassemble suffisamment et se dépose ensuite en une couche serrée.

D'un autre côté, il faut naturellement éviter tout chauffage superflu de l'huile, ce qui donnerait lieu à des pertes et communiquerait un mauvais goût au produit. Lorsque l'huile brute n'est pas de trop mauvaise qualité, il suffit généralement de la chauffer à 50-55° C. Si, contrairement à l'attente, l'huile est encore trop colorée après la « rupture », on peut y ajouter encore de la lessive de soude ; cependant il faut éviter autant que possible cette éventualité, car dans cette phase de l'opération elle n'exerce plus qu'une action très faible sur la matière colorante et de plus elle saponifie des portions importantes d'huile non décomposée. L'huile claire, surnageant le dépôt, est décantée dans un autre récipient semblable, également muni de serpentin de chauffage, où elle est soumise à un lavage avec 10 p. 100 d'eau et chauffée à 40-50° C dans le but de la débarrasser des restes de savon qu'elle tient encore en dissolution. L'eau est introduite en jet fin par le haut, et mélangée à l'huile à l'aide d'un agitateur mécanique. L'eau se rassemble ensuite dans le fond conique du récipient, d'où on la soutire ; on donne un nouveau lavage si c'est nécessaire. Lorsque toute l'eau est précipitée et soutirée, on chauffe l'huile à 60° et on l'agite pendant plusieurs heures à cette température au moyen de l'agitateur mécanique. Les dernières traces d'eau en sont éliminées en injectant un courant d'air puissant et bref dans l'huile encore chaude. Ensuite on passe l'huile encore au filtre-presse, s'il y a lieu, et le raffinage est terminé.

Il faut éviter absolument de chauffer l'huile par une injection de vapeur directe, comme cela se pratique fréquemment en Angleterre, car ce moyen produit toujours une certaine décomposition de l'huile et favorise l'émulsion, ce qui est très ennuyeux dans le raffinage.

Les huiles à forte teneur en acide libre subissent avant le

raffinage une préparation spéciale qui consiste à leur enlever une partie de cet acide au moyen d'une solution de soude contenant environ 10 p. 100 de Na^2CO^3. Le savon qui se forme dans cette opération, par suite de l'expulsion de l'acide carbonique, prend une consistance écumeuse et monte à la surface, d'où on le décante. Si l'on traitait ces sortes d'huiles directement par la lessive de soude, la grande quantité de savon dissous ou en suspension dans l'huile produirait une forte émulsion.

Le résidu résultant du raffinage, le savon noir (soap stock), est mis en œuvre pour l'extraction de l'acide oléique de la manière usuelle, car le savon n'est guère vendable en l'état où il se trouve.

Ce procédé de raffinage, que le Dr Krummel a élaboré et appliqué pendant de longues années dans une huilerie de la province rhénane, se confond avec ceux employés dans la plupart des raffineries américaines (*Chem. Ztg.* 1902, 237) et exclut tout mécompte, en supposant que l'huile brute à raffiner ne soit pas complètement détériorée. Il va de soi qu'il est impossible de raffiner une huile absolument détériorée, car le raffinage consiste essentiellement, comme on le voit, à éliminer de l'huile les produits de décomposition. Si l'huile est détériorée à ce point, les frais de raffinage ne sont plus couverts par l'opération. C'est pourquoi il est bon de déterminer la limite jusqu'à laquelle peut aller la teneur de l'huile en acides libres pour ne pas rendre le raffinage illusoire.

Décoloration de l'huile de coton. — On blanchit l'huile de coton dans des bacs semblables à ceux qui servent à la raffiner.

Quand l'huile parfaitement sèche est à la température de 40° C, on y ajoute de 3 à 5 p. 100 de terre à foulon finement pulvérisée, et l'on met l'agitateur en mouvement pendant que la masse est traversée par un courant d'air chaud. Lorsque le mélange est intime et que l'huile paraît suffisamment décolorée, on envoie le tout au filtre-presse. Celui-ci retient la terre à foulon et la matière colorante qu'elle a absorbée, tandis que l'huile s'écoule parfaitement limpide.

Ce traitement donne une huile assez belle et dont les propriétés ne sont pas altérées.

Les huiles de coton se divisent en deux classes principales : l'huile d'été (*summer oil*) et l'huile d'hiver (*winter oil*). Chacune d'elles peut être jaune ou blanche. L'huile d'été jaune est l'huile raffinée, filtrée ou non. La même huile, refroidie à une température suffisante pour qu'elle se solidifie en partie, précipite 25 p. 100 environ de stéarine, que l'on extrait par pression à froid ; l'huile prend après ce traitement le nom d'huile jaune d'hiver (*Yellow winter oil*).

L'huile d'hiver (*winter oil*) est reconnue comme telle lorsqu'elle ne se trouble pas quand elle est exposée pendant trois heures dans un tube à essai à la température de 0° C (glace pilée).

Raffinage de l'huile de lin. — D'après Andès, on clarifie tout d'abord l'huile de lin en la laissant déposer, après y avoir ajouté de la sciure de bois ou de la farine de tourteau (procédé de Dubrunfaut), ou encore du tannin (4 parties de tan pour 100 parties d'huile ; ajouter au tan 8 parties d'eau bouillante, filtrer l'extrait aqueux et le diluer dans 24 parties d'eau bouillante, puis mélanger avec l'huile).

On peut également employer le noir animal qui donne d'excellents résultats. Mais, le plus souvent, on emploie l'acide sulfurique, A 100 parties du poids d'huile que l'on agite énergiquement, on ajoute 3 parties pondérales d'acide sulfurique. Quand l'huile est devenue presque noire, on laisse déposer, on décante dans un autre récipient l'huile claire à laquelle on ajoute de nouveau de la lessive de soude de 2 p. 100. L'huile devient trouble ; on la laisse clarifier par le repos (*Chemiker Zeit.* II, 1887, p. 79).

D'après D.-D. Cattanach, de Providence (Brevet allemand 11.213, 13 janvier 1880), on peut épurer l'huile de lin de la manière suivante : Dans une cuve munie d'un système de chauffage externe, on met 5 volumes d'huile et 1 volume d'eau que l'on porte à la température de 120° C. Le poids de l'huile na-

geant sur l'eau doit permettre à celle-ci d'être portée à une température supérieure au degré normal d'ébullition. Les vapeurs de l'eau pénètrent dans l'huile de lin que l'on a soin d'agiter souvent avec l'eau.

L'albumine se coagule, et en se déposant elle entraîne dans l'eau des mélanges mécaniques qui peuvent exister dans l'huile. Les résines et l'eau combinées donnent également un mélange d'apparence laiteuse.

Cette opération terminée, on laisse reposer pendant vingt-quatre heures, puis on soutire l'huile. L'eau évaporée doit être remplacée de temps en temps.

Le blanchiment de l'huile de lin a également une très grande importance. On y emploie fréquemment le procédé suivant (*Savonnerie*, I, 1885, p. 227) : On ajoute à l'huile 1 ou 2 p. 100 de lessive de potasse à 36° et on la porte, tout en agitant, à une température voisine de l'ébullition, puis on la clarifie et on la traite à une température de 35° avec du bichromate de potasse et de l'acide chlorhydrique. Aussitôt que l'huile prend une couleur vert clair, on y mélange une solution de chlorure de zinc et on laisse ensuite déposer.

Voici une autre méthode (1) : On répartit l'huile à blanchir en quantités d'environ 9 kilogrammes chacune que l'on distribue dans des ballons d'une capacité de 18 litres. Puis on remplit chaque ballon avec 4,5 à 5,5 kilogrammes d'une solution de sulfate de fer composée de 100 kilogrammes de sulfate de fer et de 19 litres d'eau distillée. On expose les ballons directement au soleil et on les agite fréquemment. On peut remplacer le sulfate de fer par le sulfate de plomb ($PbSO^4$) que l'on mélange d'abord avec une petite quantité d'huile, de façon à lui donner la consistance du lait, et que l'on ajoute ensuite à l'huile dans la proportion de 2 p. 100 du poids.

Les procédés de blanchiment plus simples et également efficaces peuvent naturellement s'appliquer aussi à l'huile de lin.

(1) Chem. Centralbl. 1885, 912.

Raffinage de l'huile de lin par l'ozone (1). — Le raffinage de l'huile de lin par l'ozone s'effectue en la faisant traverser simplement par un courant d'air ozoné. L'huile est ainsi débarrassée de l'eau qu'elle contient ainsi que des matières mucilagineuses qui, d'après les procédés usuels, ne peuvent être éliminées qu'en chauffant l'huile brute à une température élevée aux dépens de sa couleur, ou en la faisant déposer dans des piles pendant un temps très long. Le procédé par l'ozone conserve à l'huile toutes ses propriétés siccatives et augmente un peu sa consistance. Son application n'exige que trois heures environ, n'entraîne pas de perte de matière ; d'un autre côté, comme l'opération se fait à basse température, les risques d'incendie et d'explosion sont réduits au minimum, ainsi que les primes d'assurance.

En ce qui concerne le plan d'installation du procédé, il se résume en quelques chaudières en acier à double enveloppe destinées à contenir l'huile et à la maintenir à la température voulue, munies chacune d'un petit barboteur en étain par lequel l'air est injecté dans l'huile. L'air ozoné est amené des générateurs aux chaudières par des tuyaux en terre cuite vernissés. Comme la question d'un travail économique sur une grande échelle se résume principalement dans le prix de revient de la production de l'air ozoné, le docteur Lewkowitsch a étudié la question et a trouvé que, basée sur une production de 15.000 pieds cubes à l'heure, le coût d'insufflation d'air à travers les générateurs s'élèverait à 1 fr. 20. Les indications de l'électrodynamomètre de Siemens ont montré que pour un voltage de 100, il a fallu pour une production de 1.800 pieds cubes, 1,12 ampères, donnant 112 watts. Cela ferait pour 15.000 pieds cubes 940 watts qui, produits par une dynamo, reviendraient à 0 fr. 30.

En comptant pour l'usure du matériel d'ozonisation, acces-

(1) W.-J. Engledue. Ozone and its commercial applications, dans *Journ. Soc. Chem. Industry*, 1898, p. 1101.

soires, etc., 0 fr. 20, le docteur Lewkowitsch est arrivé au chiffre total suivant :

Coût de l'insufflation d'air...	1 fr.	20
Energie électrique..........	0	30
Usure du matériel, etc.......	0	10
	1 fr.	60

Comme le raffinage d'une tonne d'huile de lin exigerait environ 71.000 pieds cubes d'air ozonisé, coûtant environ 1 fr. 10, on voit par là que ce procédé reviendrait très bon marché.

En se basant sur une production de 30 tonnes d'huile de lin raffinée par semaine et en tenant compte du personnel nécessaire, de l'usure du matériel spécial et de l'intérêt du capital, on calcule que, pour une raffinerie existante, le coût du raffinage par l'ozone serait d'environ 8 fr. 75 par tonne. Dans ce prix n'est pas comprise la prime de brevet.

En ce qui concerne la différence de valeur entre l'huile brute et l'huile raffinée, elle a été fixée récemment à 36 francs par un raffineur d'huile employant ce procédé ; il y a donc là une grande marge de bénéfice qu'on pourrait encore augmenter en traitant de plus grandes quantités d'huile.

Appliqués à l'huile de palme, les avantages du procédé par l'ozone sont encore bien plus marqués. Ce procédé, en effet, est un procédé *à sec*. Il supprime complètement l'emploi des produits chimiques et des lavages répétés de l'huile pour éliminer les dernières traces des drogues ; en même temps, il a pour effet d'augmenter le *titre* et le point de fusion de l'huile. MM. Norman Tate et Cie, de Liverpool, ont constaté une augmentation du *titre* de 45,5 p. 100 à 46 p. 100, et une augmentation du point de fusion de 38,1 p. 100 à 43,5 p. 100. L'installation pour le blanchiment et le raffinage de l'huile de palme est sensiblement la même que pour l'huile de lin, et les dépenses ne sont guère plus élevées.

L'auteur a soumis à ses collègues des échantillons d'huile

de palme blanchie et d'huile non blanchie ; ce dernier specimen, de couleur très foncée, était de l'huile du Bénin, très impure et très difficile à blanchir par les procédés ordinaires. De grandes quantités d'huiles de palme du Bénin et du Lagos ont été soumises aux courtiers pour l'estimation et on a constaté des différences s'élevant à 50 et 75 francs par tonne. Un pain de savon fait avec de l'huile de palme du Bénin raffinée par l'ozone est remarquable par son odeur fine et agréable et par sa belle couleur,

Huiles siccatives. — Les huiles à dessiccation rapide sont fabriquées par l'addition de différents *siccatifs* à l'huile ordinaire non raffinée ; elles sont ensuite divisées avec un courant d'ozone dans un ozonisateur spécial à une certaine température et pendant une durée d'environ trois heures. Suivant la quantité de siccatif employé, on obtient des huiles dont la siccativité varie considérablement, et dont la consistance varie également suivant la durée du traitement. On a remarqué que les huiles traitées par le procédé à l'ozone possèdent au plus haut degré les propriétés que doit réunir une huile siccative parfaite, savoir : la siccativité, la consistance, l'onctuosité, l'élasticité, le lustre et une couleur claire. Le point le plus important du procédé est qu'il n'exige pas une température élevée ; en outre, il n'entraîne pas de perte de matière, tandis qu'avec les procédés usuels la perte en huile atteint un taux assez élevé. Un autre avantage consiste dans l'absence de *pieds*, de fonds de piles, etc. L'huile est rendue marchande très rapidement, n'exige pas un repos préalable bien long.

Types d'ozonisateurs. — Le type d'Andréoli est le type « ouvert », c'est-à-dire que l'air est en contact direct avec les électrodes, qui sont en aluminium, et sont séparées par une plaque de verre agissant comme diélectrique. Il emploie les courants alternatifs. Il n'exige pas de réfrigérant, mais l'air doit être sec et exempt de poussières. Ce type est employé par l' « Electric Ozone Syndicate ».

Dans l'ozonisateur d'Otto, chaque élément consiste en une

feuille de métal fixée sur une plaque de verre, ou fixée entre entre deux plaques de verre. La principale découverte d'Otto consiste dans la constatation de ce fait que « le rendement en ozone est proportionnel à la périodicité du courant alternatif employé pour faire fonctionner l'ozonisateur ».

Les éléments de l'ozonisateur Yarnold consistent en plaques de verre revêtues d'un côté d'une feuille en or. Ces plaques sont reliées alternativement et parallèlement aux deux pôles d'un transformateur. L'air ou l'oxygène passe par l'espace compris entre deux plaques voisines et ne vient pas en contact avec les parois métalliques. Cet ozonisateur est employé pour l'épuration des huiles et graisses par l'Ozone Oil Refineries and Industries Co (Brevets Rosenblum).

Dans l'appareil de Siemens et Halske, chaque élément consiste en un tube intérieur métallique entouré d'un autre tube concentrique recouvert de papier en étain ; le refroidissement s'effectue par le passage d'eau froide dans le tube intérieur. Ce système a été employé à Greiffenberg depuis 1894 pour des opérations de blanchiment. Le tableau suivant indique le rendement des types ci-dessus en ozone, ainsi que le prix coûtant de l'énergie électrique nécessaire pour produire 1 kilogramme d'ozone et 1 kilogramme d'oxygène naissant ou actif (1).

Forme de l'ozonisateur	Rendement en ozone en grammes par cheval effectif et par heure	Coût de l'énergie électrique	
		par kilog. d'ozone	par kilog. d'oxygène actif
—	—	—	—
		fr.	fr.
Yarnold	175	0,856	2,568
Otto	150	0,999	2,999
Andréoli	94	1,59	4,770
Siemens et Halske	20	7,50	22,50
Chiffres théoriques	1.000	0,15	0,45

(1) J.-B.-C. Kershaw. *Electr. Rec.* 1898, p. 151-153.

Brevets récents relatifs à l'épuration des huiles

Nous terminerons ce chapitre du raffinage par l'analyse des brevets les plus récents — combien nombreux! — qui ont été délivrés dans ces dernières années. Dans l'impossibilité de les décrire tous, nous nous bornerons à ceux qui nous paraissent les plus intéressants.

Epuration de l'huile, et spécialement de l'huile de coton, par l'emploi de l'ocre. — Ce procédé est l'objet d'un brevet (Brevet 221.701, 17 mai 1892), pris par M. Scollay. On sèche l'ocre jusqu'à ce qu'il ne contienne plus d'eau. On mélange dans la proportion de 1 partie pour 4 à 12 parties d'huile, suivant la quantité d'impuretés de celle-ci. On agite vivement le mélange pendant quarante minutes et, quand l'opération est terminée, on passe au filtre-presse. Si l'on a affaire à une huile absorbant facilement l'oxygène, on ajoute l'ocre réduit en poudre fine. On prend 10 p. 100 de la quantité qui doit être employée, on y ajoute de la soude sèche et finement pulvérisée ou du borax, dans la proportion de 1 à 1,5 p. 100 d'huile. On agite vivement pendant 10 ou 15 minutes, et on opère en maintenant la température égale à celle de l'été. Dans ce procédé, il n'est pas nécessaire de dessécher l'ocre. On peut produire l'ocre de toute pièce au sein de l'huile en prenant, par exemple, une once (28 gr.) de l'huile à raffiner, en y ajoutant 4 grains (0 gr. 6) de perchlorure de fer et 4 grains de chlorure de calcium et de chlorure d'ammonium, puis un alcali, de la cendre de soude par exemple. Il se précipite de l'ocre. Quant aux sels alcalins, ils se séparent facilement soit par dépôt, soit par agitation, avec l'eau qui les dissout.

Amélioration des huiles de mauvais goût, par Léon Padé (Brevet 225.607, 12 novembre 1892). — Ce procédé a pour but d'améliorer les huiles d'olive, de sésame, d'arachide, de co-

ton, etc., ayant un goût de terroir, de rance ou de moisi ; il est basé sur ce fait que, ces huiles devant leur mauvais goût à une sorte de résine, il faut éliminer cette résine.

Pour arriver à ce but, on traite les huiles à améliorer par un alcali faible, puis par du bioxyde de baryum, de manganèse ou autre ; le tout est fortement agité pendant quinze minutes, puis laissé au repos pendant deux heures environ. On sature l'excès d'alcali par l'acide sulfurique ou même par l'acide carbonique, puis on laisse en repos et on décante.

Amélioration et conservation des huiles et graisses d'origine animale et végétale par l'emploi de la vapeur d'eau (Société anonyme des Parfums naturels de Cannes. Brevet 228.997, 28 mars-28 juin 1893). — Ce procédé a pour but d'enlever aux corps gras d'origine végétale ou animale leur mauvaise odeur ou leur âcreté par l'emploi de la vapeur d'eau.

A cet effet, on introduit les matières grasses à améliorer dans un récipient, on y fait le vide, puis, quand l'air est expulsé, on fait passer un courant de vapeur d'eau de telle sorte qu'il y ait contact intime entre cette dernière et le corps gras. On maintient la graisse à une température suffisante pour que la vapeur d'eau ne puisse pas s'y condenser.

Epuration des huiles, graisses et autres matières analogues par l'emploi de la vapeur d'eau (Brevet 228.475, 7 mars-6 juin 1893, décerné à la fabrique de produits chimiques de Thann et de Mulhouse). — Ce procédé a pour but d'enlever toute odeur aux huiles, graisses, en les traitant par un courant de vapeur d'eau après avoir éliminé l'air.

A cet effet, on fait fondre les graisses, on chasse l'air par un courant de gaz inerte, puis on fait passer un courant de vapeur d'eau surchauffée à 110-120° C, puis, quand l'opération est terminée, on arrête l'arrivée de la vapeur et on laisse refroidir dans un courant de gaz inerte.

Raffinage des huiles et graisses par saponification partielle. (Max von Schmidt, à Altenstedt, près Vienne. Brevet allemand 8.960, 24 juin-2 octobre 1893). — Ce procédé con-

siste à opérer la saponification à basse température, au-dessous de 30° C, et avec des lessives de potasse très concentrées, de manière à rendre insoluble le savon formé.

A 100 kilogrammes d'huile à épurer on ajoute, par exemple, 1 kilogramme de soude (?) caustique dissoute dans 5 litres d'eau. On laisse en contact pendant une demi-heure environ, en agitant à la main ou mécaniquement. Après un repos de quelques heures, on trouve dans le fond du récipient le savon formé, en gâteaux ou en grumeaux solides, ayant entraîné toutes les impuretés, matières colorantes, débris de cellules, etc. de l'huile traitée. Celle-ci est passée au filtre ; elle est absolument neutre (nous citons le texte du brevet) et très peu sujette au rancissement.

Epuration des graisses et huiles par l'acide sulfurique et l'air chaud et sec (Mills, brevet 223.997, 29 août-1er décembre 1892). — Ce procédé consiste à traiter les corps gras par l'acide sulfurique anhydre provenant de l'acide de Nordhausen, et en même temps par un courant d'air chaud et sec.

Deverdissage de l'huile de ricin (Rinck, brevet 223.226, 26 juillet 1902). — Ce procédé consiste à deverdir l'huile de ricin de seconde pression au moyen de l'acide chlorhydrique gazeux, ou en solution.

Blanchiment des huiles par le noir animal ou le charbon végétal (Baynes et A. Bigland). — Ce procédé consiste à blanchir les huiles en agitant le noir animal avec l'huile chauffée. On obtient, disent les inventeurs, une bonne décoloration et souvent même on réussit à faire disparaître l'odeur. On peut employer, au lieu de charbon animal, du charbon végétal ou même certaines matières pulvérulentes, comme la craie, après avoir pris soin de les dessécher pour en éliminer l'eau et les gaz.

Le charbon, pressé d'abord pour en extraire la plus grande quantité d'huile, est ensuite purifié soit par des lavages au sulfure de carbone, soit par recalcination, soit enfin par un traitement à la vapeur d'eau surchauffée.

Ce procédé est destiné au traitement des huiles de colza, de palme et de poisson.

Traitement des huiles de coton, de lin et autres huiles végétales par le chauffage (Scollay, Brevet 230-633, 6 juin-15 septembre 1893).

Épuration des huiles végétales par la chaleur (Scollay, Brevet 630.633, 6 juin-15 septembre 1893). — Ce procédé d'épuration consiste à soumettre les huiles à l'action de la chaleur, en leur faisant traverser une couche de sable maintenue à une température élevée.

Soit, par exemple, à épurer de l'huile de lin. On dispose un réservoir contenant l'huile à traiter à une hauteur convenable. Dans ce réservoir descend un tube d'environ 25 millimètres de diamètre, traversant un bain de sable, ou quelque autre dispositif permettant d'obtenir une température uniforme et régulière. L'huile s'écoule du réservoir d'une manière continue pendant qu'elle reste sous pression, et se clarifie en passant à travers le bain de sable à une température de 6°15 à 6°90 Farenheit.

L'huile perd rapidement cette température élevée, après quoi elle est conduite dans un réservoir de dépôt maintenu à une température d'environ 150° Fahreinheit. Ce procédé consiste donc à épurer l'huile à une température à laquelle elle perd sa couleur naturelle, puis à abaisser sa température avant qu'elle n'ait repris sa couleur primitive.

Procédé de purification des huiles, graisses et autres substances analogues par le peroxyde de sodium, par F. Burton, à Londres (Brevet anglais 963, 16 janvier 1894).

Ce procédé consiste à traiter les huiles, graisses, cires, etc., par le peroxyde de sodium. Pour atténuer l'action trop énergique de cet agent, le corps gras est émulsionné dans de l'eau acidulée ; on empêche ainsi le dégagement trop rapide de l'oxygène, surtout en employant de l'acide sulfurique avec du phosphate de sodium, c'est-à-dire une solution étendue

d'acide phosphorique. La proportion de peroxyde à employer est d'environ 5 parties pour 100 de la solution aqueuse. On agite le liquide mélangé à l'huile ou à la graisse, au besoin en chauffant un peu pour fondre celle-ci. Après deux à trois heures d'agitation, on abandonne au repos, pour décanter vingt-quatre heures après, laver à l'eau, et filtrer s'il est nécessaire.

Perfectionnements aux procédés employés pour décolorer, épurer et clarifier les huiles et graisses, par F.-B. Aspinwall, R.-W. Hoar et G.-H. Wise, à Hull (Brevet anglais 18.767, 6 octobre 1893. Brevet français 240.924, 23 août-20 décembre 1894).

Pour décolorer, épurer et clarifier les huiles ou corps gras, les auteurs font intervenir le courant électrique. L'appareil consiste en une caisse divisée en deux compartiments par une cloison poreuse. L'un des compartiments reçoit une solution de sel marin (?) à 8° Tw. où plonge une électrode de charbon. L'autre compartiment reçoit l'huile ou la graisse à épurer, émulsionnée dans un poids égal de solution saline à 8° Tw. Dans le cas d'une graisse solide, il faut naturellement chauffer le liquide pour maintenir le corps gras en fusion, et dans tous les cas il faut agiter mécaniquement le liquide pour que l'émulsion y persiste durant toute l'opération. Le pôle négatif est formé par une plaque de métal, cuivre ou autre, plongeant dans l'émulsion grasse.

Les auteurs proposent aussi de décolorer et purifier les huiles ou graisses sous l'influence de la lumière et de la chaleur émises par des lampes à incandescence plongées dans l'huile.

Procédé de purification des huiles, notamment de l'huile de coton, par F.-B. Aspinwall, à Lee (Angleterre). (Brevet français 240.050, 31 décembre 1894-10 avril 1895. Brevet allemand A 4173, 2 janvier-11 avril 1895.)

Objet du brevet. — Procédé de purification des huiles, notamment de l'huile de coton, consistant à émulsionner l'huile avec de l'eau salée, et à traiter cette émulsion par une lessive de soude caustique.

Description. — L'huile à épurer est portée à une température de 27° environ, dans un vase muni d'un agitateur mécanique à mouvement assez rapide. On y ajoute par tonne environ 360 litres d'eau salée dont la densité est d'environ 1,05 (10° Twadle). Par agitation soutenue, l'huile et l'eau salée finissent par produire une émulsion très fine et homogène. A ce moment, tout en continuant à agiter la masse, on y ajoute la lessive de soude caustique, de densité 2,31, légèrement tiède, en quantité convenable pour produire l'épuration et la clarification cherchées. La proportion varie avec la qualité de l'huile traitée. Il est important de ne pas la forcer ; elle doit donc être déterminée pour chaque lot d'huile par un essai préalable. On peut aussi, à l'aspect que prend le produit, juger, avec un peu d'habitude, si l'on a ajouté suffisamment d'alcali. En étalant une goutte d'huile sur un verre, elle doit apparaître très limpide et décolorée, parsemée de points bruns. Lorsque la purification est à point, on cesse de remuer, on ajoute de l'eau chauffée à 40° environ, et laisse reposer. L'huile se rassemble à la surface, tandis que la lessive alcaline salée, chargée des impuretés et des substances colorantes, tombe au fond du vase ; on les sépare par décantation.

Epuration de l'huile de coco ou coprah, par Bang et Ruffin (Brevet 241.079, 30 août-24 décembre 1894).

Objet du brevet. — Procédé d'épuration des huiles de coco ou coprah consistant d'abord à traiter les huiles en question non fraîches par de l'eau acidulée à l'acide sulfurique, ensuite à leur faire subir un traitement à la chaux en poudre, et enfin à les lessiver avec une solution de carbonate alcalin.

Description. — Pour réaliser ce procédé, on commence (cette opération peut être négligée) par traiter l'huile à une température de 100°, par de l'eau additionnée de 1/1000e d'acide sulfurique. Ensuite, quand l'huile a été décantée et lavée, on la traite par de la chaux en poudre très fine, anhydre ou hydratée. Pour cela, on l'introduit dans un bac chauffée à 50 ou

60°. On y ajoute en remuant la poudre de chaux dont la quantité est supérieure à celle indiquée comme nécessaire pour saturer l'acidité de l'huile, on remue en maintenant la température ; au bout de quelques heures on passe au filtre-presse, et on recueille l'huile désodorisée presque complètement. Pour achever l'opération, on mélange avec de l'eau additionnée de 2 p. 100 de carbonate de sodium, et on chauffe à 100° environ, en agitant jusqu'à ce que l'odeur *sui generis* ait disparu. Le dernier traitement a pour but d'enlever un produit odorant qui se combine en un sel alcalin, et passe dans les eaux de lavage.

Perfectionnements apportés au traitement des huiles, par Samuel Banner, fabricant d'huiles, à Irwell Chambers, West Fazarkerley Street, Liverpool (Angleterre). (Brevet 248.230, 18 juin-16 octobre 1895.)

Objet du brevet. — Procédé perfectionné d'oxydation d'huiles grasses fixes, graisses, etc., consistant à maintenir les huiles en dissolution au moyen d'un dissolvant approprié pendant la totalité ou la dernière période d'oxydation, et cela jusqu'à ce que cette oxydation ait été atteinte.

Description. — Pour cela, on chauffe l'huile dissoute dans un hydrocarbure convenable à une température de 220° F. (104°5 C) ; puis on fait passer un courant d'air et, quand la température commence à s'élever, on abaisse à 150° F. (65°5 C). On peut y ajouter des siccatifs qui activent l'opération.

Procédé perfectionné d'épuration des corps gras par l'électricité, par Desruelles (Brevet 251.363, 31 octobre 1895-15 février 1896).

Objet du brevet. — Procédé d'épuration des huiles, consistant à déterminer un courant électrique au sein même d'un corps gras, en y plongeant des couples formés par une anode attaquable par les acides libres de l'huile, et dont la cathode est inattaquable.

Description. — On fait passer un courant dans le corps ; les anodes, pour arriver au but proposé, sont de préférence en

magnésium et la cathode en aluminium, ou bien, si le corps gras est résistant, on emploie des anodes en zinc ou en fer et des cathodes en aluminium ou en charbon. Il faut multiplier, autant que possible, les anodes et les cathodes et les faire aussi étendues que possible pour réduire la résistance des tranches de liquides comprises entre la cathode et l'anode.

Nouvelle huile comestible fondant à une température supérieure à 31° C, extraite des huiles de palme ou de coprah, par Ruffin (Brevet 253.417, 25 janvier-6 mai 1896.

Objet du brevet. — Procédé ayant pour but l'obtention d'un corps gras comestible retiré des huiles de palme ou coprah, consistant à faire fondre ces huiles, puis à les laisser cristalliser à une température de 25° et à exprimer au filtre-presse, puis à purifier la partie solide.

Description. — On commence par procéder comme il est dit dans l'exposé ci-dessus. Puis on chauffe la partie solide obtenue dans le vide à une température suffisante avec de la chaux. On peut aussi faire ce traitement sur l'huile avant de l'avoir soumise aux opérations préliminaires indiquées. On continue à chauffer jusqu'à ce que le savon calcaire formé se sépare sous forme de petits grains ; on passe alors au filtre-presse, et l'on enlève les sels d'acides gras par les moyens ordinaires.

Nouveau procédé de raffinage des huiles comestibles, par Desruelles (Brevet 253.482, 27 janvier-6 mars 1896).

Objet du brevet. — Procédé de raffinage basé sur l'action que produisent les olives cultivées et mûries en vase clos sur les huiles ordinaires. Les olives, dans ces conditions, subissent une fermentation alcoolique et deviennent plus parfumées. Si on les met en contact avec d'autres huiles elles cèdent alors à celles-ci leur parfum, tandis que l'alcool qu'elles produisent précipite les matières albuminoïdes et mucilagineuses. On filtre ensuite sur du chlorure de calcium ou sur du plâtre sec.

Description. — Pour arriver au résultat voulu, on chauffe à 55-58° le mélange d'olives et d'huiles à raffiner.

Procédé perfectionné servant à séparer les huiles de leurs dissolvants volatils, par Metzer, à Cleveland (Ohio), représenté par Becker (Brevet 257.884, 7 juillet-26 octobre 1896).

Objet du brevet. — Procédé consistant à traiter l'huile de lin par le naphte et à enlever le naphte au moyen de l'eau.

Description. — On chauffe le mélange d'huile et de naphte à une température suffisante pour volatiliser le naphte, puis on injecte de l'eau chauffée à peu près à la température du mélange, on agite et enlève les vapeurs au fur et à mesure de leur formation.

Procédé de purification de l'huile de ricin, par C. Reich, à Spandau (Brevet allemand 10,851, 1er septembre 1896-9 mars 1897).

Objet du brevet. — Procédé d'épuration de l'huile de ricin consistant à laver par battage, dans un appareil clos, une dissolution de cette huile dans deux fois son poids d'alcool absolu avec deux parties d'eau distillée chaude.

Description.— L'inventeur opère surde l'huile de ricin premier choix, huile d'Italie exprimée à froid. Dans un appareil clos muni d'un agitateur à palettes et d'un double fond permettant de chauffer ou refroidir le contenu, on mélange 1 partie d'huile de ricin et 2 parties d'alcool absolu, en chauffant la masse vers 55-60° C. Lorsque la dissolution est complète, on introduit dans l'appareil 2 parties d'eau distillée, au préalable chauffée vérs 60° C. On agite activement pendant 2-3 heures, puis, après un temps de repos, on sépare l'huile d'avec l'alcool étendu.

Procédé de blanchiment des huiles dit « *Procédé Gourjon* », par Gourjon (Brevet 269.497, 10 août-6 décembre 1897).

Objet du brevet. — Procédé consistant à traiter les huiles par un mélange de terre à foulon, de noir et de carbonate de sodium.

Description. — 1.600 kilogrammes d'huile sont mélangés à 60 kilogrammes de terre à foulon, 14 kilogrammes de noir animal et 6 kilogrammes de carbonate sodique.

Procédé de neutralisation des huiles de coco ou autres huiles végétales et de fabrication de beurre de coco, par Gourjon et Guitton (Brevet 270.774, 27 septembre 1897-13 janvier 1898).

Objet du brevet. — Procédé consistant à traiter l'huile de coco par le carbonate de sodium, à maintenir à 100-130° C; enfin, pour enlever les dernières traces de composé odorant, à soumettre à l'action de la vapeur sèche sous deux ou trois atmosphères de pression.

Procédé de dédoublement des huiles ou corps gras en acides et glycérine, E. Twitchell, à Cincinnati (Ohio). Brevet anglais, 4741, du 25 fév. 1898.

La saponification s'opère par l'eau sous pression, avec addition (est-elle bien utile?) d'une petite quantité de produits spéciaux préparés de la manière suivante :

1° On traite de l'acide oléique ou une huile neutre par un excès d'acide sulfurique concentré à la température du bain-marie. On ajoute ensuite de l'eau et sépare la combinaison d'avec l'acide minéral dilué.

2° On opère comme précédemment, mais à froid et en diluant l'huile grasse avec un composé peu attaquable par l'acide sulfurique, comme la benzine, par exemple.

Il suffit d'ajouter une petite proportion et l'un des composés ainsi obtenus à l'huile ou à la graisse à saponifier, et de chauffer en vase clos avec de l'eau pour dédoubler le corps gras en acide et glycérine. Cette dernière est soutirée après réaction.

Composition pour l'épuration des huiles, sirops et autres liquides analogues. R.A. L. Hill, à Wimbledon (Surrey); (Brevet anglais, 7808, 1er avril 1898).

On chauffe des blocs d'argile plastique (ne contenant ni plâtre, ni sulfate de magnésie) et mélange cette argile calcinée et réduite en grains avec de la sciure de bois dur imprégnée d'une huile grasse étendue de benzine ou d'un autre hydrocarbure analogue. Le mélange est abandonné pendant quelque temps à lui-même, puis calciné en cornues.

Ce procédé agit comme du noir animal granulé pour décolorer et désinfecter les huiles, sirops et autres liquides.

Procédé de séparation de la glycérine. Comtesse de Diesbach, château de Remangies, près Montdidier (France) (Brevet anglais, 9599, 26 avril 1898).

Le procédé s'applique à toutes liqueurs contenant de la glycérine, comme, par exemple, les eaux résiduelles de distillation des moûts alcooliques. On concentre ces eaux jusqu'à cristallisation des sels, puis, après addition de chaux pour neutraliser tous les acides libres, on entraîne la glycérine par la vapeur d'eau surchauffée. Cette distillation s'effectue avec avantage sous pression réduite dans un appareil que décrit le brevet.

Procéde d'épuration et de raffinage des huiles grasses, vegétales ou animales. M. Ekenberg, à Gœtebovg (Brevet suédois, 10.011, 26 juillet 1898) (Chem. Ztg).

On délaie dans l'huile à raffiner une solution d'hydrate alcalin dans de la glycérine, en dose convenable pour saturer les acides libres. On chauffe à 100° ou plus. Il se sépare des savons en grumeaux solides, qu'on filtre facilement.

On peut aussi se dispenser de glycérine et ajouter l'alcali à l'état de lessive très concentrée, en quantité telle que la glycérine produite par saponification partielle de l'huile à épurer représente au moins 5 p. 100 du poids des savons précipités. On chauffe comme précédemment, vers 100°, en remuant la masse.

Procédé de raffinage des huiles. Sigmund G. Rosenblum, à Londres (Brevet américain, 697.092, 21 nov. 1898, 29 août 1899).

Les huiles de coton et autres sont additionnées d'un savon métallique et d'ammoniaque, puis chauffées.

Procédé d'épuration des huiles et corps gras. E. Andréoli, à Londres (Brevet anglais, 14.569 du 1er juillet 1898).

Le procédé a pour objet de blanchir et désinfecter les huiles

et corps gras de médiocre qualité, extraits de résidus industriels, graisse verte, etc.

On donne un premier lavage à l'eau chaude et sépare par décantation les impuretés mécaniques. On procède à un second lavage avec de l'eau contenant un hypochlorite, de préférence de l'hypochlorite de magnésium. Au besoin ce traitement est renouvelé plusieurs fois. Au lieu d'hypochlorite on peut aussi employer un sulfure ou un sulfite. On termine par un lavage à l'eau.

Epuration des huiles au moyen du carbure de calcium (Brevet Ch. de la Roche, 1898).

D'après M. Ch. de la Roche en emploie à cet effet un simple appareil muni d'un agitateur. Après l'avoir rempli d'huile, on ajoute à celle-ci environ 10 p. 100 de carbure de calcium réduit en poudre, puis on fait fonctionner l'agitateur pendant une heure. L'huile se transforme en un mélange verdâtre par suite de la production d'acétylène et des combinaisons formées par la chaux qui est mise en liberté. Dès que, par suite de l'absorption de l'eau contenue dans l'huile, l'acétylène cesse de se produire, on laisse déposer le mélange et on sépare l'huile du résidu par décantation ou filtration dans un filtre presse. On obtient alors une huile claire, incolore, brillante, absolument exempte d'eau et d'acide. Les tourteaux extraits du filtre presse contiennent encore du carbure de calcium non décomposé qu'on peut utiliser pour l'éclairage des ateliers. L'eau employée à cet effet contiendra un peu d'huile retenue par le carbure ; on mélangera à cette eau un peu d'alcali pour saponifier la matière grasse. En utilisant ainsi les tourteaux on obtient une diminution correspondante des frais d'épuration.

Procédé d'extraction de l'huile d'olives et en général de toutes les huiles de la série grasse, et transformation des résidus en savon, ensimage, glycérine et alcool, par Kuess, représenté par Bert (Brevet 291.159, 2 août-28 novembre 1899).

Objet du brevet. — Procédé ayant pour objet l'extraction

directe de l'huile d'olives par l'emploi d'une lessive alcaline et d'un courant électrique.

Description. — Exemple : On prépare une lessive alcaline marquant 3° B. ou 1,0212 de densité ; on peut l'obtenir avec 3 parties de carbonate de sodium, 1 partie de carbonate de potassium et 0,001 gramme de permanganate de potassium (?) On prend 100 livres de cette lessive pour 100 kilogrammes d'olives. On broie tout ensemble, on chauffe à 30-40° C, et l'on fait passer un courant électrique. L'émulsion grasse vient à la surface, les parties cellulosiques, gommeuses, etc., se dissolvent, les noyaux broyés tombent au fond. On sépare l'émulsion, on filtre et l'on sépare la matière grasse. L'huile est ainsi séparée des carbonates et de la margarine. Cette dernière peut être saponifiée au moyen d'une lessive à 8° B. Pour l'ensimage, on fait cuire pendant deux heures 3 kilogrammes de bois de panama dans 25 litres d'eau pour 100 kilogrammes de résidu. On filtre la lessive de panama, on la verse bouillante sur le résidu, on broie, et l'ensimage est fait. On peut retirer la glycérine de la préparation du savon.

Procédé de purification des huiles végétales. Emma Sickels, à Washington (Brevet américain 636.860, 14 juillet 1898-14 novembre 1899).

Ce procédé consiste à faire bouillir l'huile à épurer en présence d'une terre naturelle renfermant une large proportion de silice ou d'alumine et ayant une légère réaction alcaline ; on peut y ajouter du charbon végétal ou animal et filtrer.

Appareil pour extraire l'huile des semences, organes végétaux, tourteaux, etc., par G. Mitchell, à Westminster (Brevet allemand, n° 111.068, 17 avril 1899).

Appareil conçu pour l'extraction méthodique et continue des huiles ou graisses de semences et autres analogues, au moyen de dissolvants. (Voir le brevet original avec schémas et détails de l'appareil.)

Procédé de traitement des graines de cotonnier, par

The Cottonseed Oil Syndicate, à Londres (Brevet allemand, n° 118.012, 13 avril 1900).

Ce procédé consiste à faire passer les graines concassées et broyées par une série de tamis de plus en plus fins.

Procédé pour l'épuration de l'huile, par H. Beckmann, à Magdebourg (Brevet allemand, n° 117.370, 14 mars 1900).

L'huile, traitée comme à l'ordinaire par l'acide sulfurique, est additionnée de carbonate de chaux *avant* d'être lavée à l'eau. Le sulfate de chaux serait ainsi plus facile à éliminer que par le procédé usuel.

Purification des graisses et huiles alimentaires, par H. Schinck et Cie, à Mannheim (Brevet anglais, 17.638, 31 août 1899).

On purifie les graisses et huiles alimentaires en saponifiant les acides gras libres au moyen de bases, éliminant le savon et l'albumine précipitée, et traitant les corps gras ainsi purifiés par un courant de vapeur surchauffée en présence d'air.

Procédé d'épuration de l'huile de navette ou autres huiles comestibles, par Linde (Brevet français, 302.898, 31 octobre 1900).

Procédé consistant à chauffer l'huile additionnée de lait jusqu'à brunissement de la substance qu'on enlève ensuite.

Procédé de purification des corps gras d'origine animale et végétale, par Emilien Rocca, à Marseille (Brevet allemand, 127.492, 1er mars 1900).

Les corps gras, contenus dans une série de récipients, sont traités méthodiquement par la vapeur d'eau qui, en traversant l'appareil, se trouve en contact de matières de plus en plus souillées d'impuretés.

Procédé pour rendre siccatives les huiles non siccatives, par Elmer Ambrose Sperry, à Cleveland (Etats-Unis). (Brevet allemand, 125.139, 2 avril 1901).

Les huiles non siccatives sont traitées en présence de noir de platine par des gaz ozonisés.

Procédé pour le traitement des corps gras en vue de la



transformation de l'acide oléique en acides gras volatils, par Paul Magnier, P.-A. Brangier et Ch. Tissier, à Paris (Brevet allemand, 126.446, 3 octobre 1899).

Les corps gras liquides sont d'abord traités par l'acide sulfurique à froid, comme à l'ordinaire. Le produit intermédiaire formé est repris par l'eau et soumis à l'action combinée de la pression, de la chaleur et d'un courant électrique.

Décoloration et conservation des matières grasses, par J. Effront (Brevet français 304.659, 18 octobre 1900-18 juin 1901).

Objet du brevet. — Procédé consistant dans la décoloration des huiles par le peroxyde de chlore et par le permanganate de potassium.

Description. — On fait arriver dans l'huile un courant de peroxyde de chlore obtenu par l'action de l'acide sulfurique à 62° B. sur le chlorate de potassium. Il est bon, dans certains cas, de chauffer l'huile. S'il s'agit d'une huile neutre, on sature l'acide chlorhydrique formé par du carbonate de calcium. Si l'huile est traitée au sulfure de carbone, il faut faire suivre le traitement au chlore d'un traitement au permanganate de potassium. On verse par 100 litres d'huile 200 litres d'eau et 2 litres d'acide chlorhydrique. On ajoute, tout en agitant le liquide, et petit à petit, une solution de permanganate à 5 p. 100 ; pour 100 kilogrammes, on verse 2 à 5 litres de permanganate à 5 p. 100. L'opération dure de deux à trois heures. On décante ensuite l'huile et on lave à l'eau chaude.

DEUXIÈME PARTIE

ANALYSE DES HUILES D'OLIVES COMESTIBLES ET INDUSTRIELLES.

MÉTHODE OFFICIELLE ÉLABORÉE
PAR MM. A. MUNTZ, CH. DURAND ET E. MILLIAU (1).

But de ce travail.

Le but primitif de ce travail était de déterminer des méthodes d'analyse sûres, pour la vérification des huiles d'olive de Tunisie. La commission, désireuse de s'entourer de toutes les garanties nécessaires, voulut expérimenter la valeur de cette méthode sur les huiles d'olive des différents pays de production.

L'un des membres, M. E. Milliau, fut chargé de former une collection comprenant tous les types du bassin méditerranéen, ainsi que les diverses huiles de graines qui servent à la falsification de l'huile d'olive.

Ces études, d'un ordre plus général, ont eu pour résultat

(1) Rapport sur les procédés à employer pour reconnaître les falsifications des huiles d'olives comestibles et industrielles, par MM. Achille Muntz, professeur directeur des laboratoires de l'Institut national agronomique ; Charles Durand, pharmacien de la marine, directeur du laboratoire central de Chimie du ministère de la marine ; Ernest Milliau, directeur du laboratoire officiel d'essais techniques du ministère de l'agriculture. Par décision du ministre de la marine en date du 21 décembre 1894, les marchés de la marine pour les huiles, auront à satisfaire aux conditions déterminées dans ce rapport, et les procédés analytiques qu'il contient sont rendus obligatoires.

d'élargir la question tout en la simplifiant, d'étendre les méthodes d'analyse à toutes huiles d'olive et de permettre d'en établir la pureté par une série de réactions communes.

Il a été reconnu, en effet, que la plupart des anciens procédés, basés sur des colorations ou des réactions empiriques, donnaient fréquemment des résultats inexacts, tandis que les nouveaux, établis d'après des observations plus scientifiques, pouvaient s'appliquer à l'immense majorité des cas et à toutes les provenances.

Autrefois, d'ailleurs, on opérait directement sur l'huile, quelle que fut la quantité d'acides libres qu'elle contenait, et sans s'occuper des diverses causes qui peuvent modifier ses propriétés : origine, nature du sol, climat, point de maturité du fruit, mode d'extraction, de conservation, matières étrangères en suspension ou dissoutes, etc.

Dans le présent travail, au contraire, on procédera, avant l'analyse, à une épuration préalable qui aura pour but d'éliminer les acides gras libres, de dépouiller les huiles de tous les produits accidentels ou secondaires qui masquent ou troublent les réactions et leur enlèvent tout caractère de précision, et de les ramener sensiblement au même état. En un mot, on enlèvera aux huiles tous les caractères accidentels, pour ne s'attacher qu'à ceux qui sont intrinsèques et, par conséquent, spécifiques.

Les méthodes que nous exposons sont celles qui, dans l'état actuel de la science, donnent les meilleurs résultats analytiques ; les divers procédés n'ont été reconnus exacts et adoptés qu'après avoir été expérimentés avec succès sur plusieurs milliers d'échantillons.

Toutes les réactions reconnues incertaines ou n'offrant aucun caractère bien tranché ont été passées sous silence.

Il ne convenait pas, en effet, à un travail ayant un but aussi précis, d'être une sorte de répertoire des procédés préconisés et de tenir compte d'anciennes réactions empiriques, basées sur des colorations mal définies, dont l'application varie avec l'observateur.

CHAPITRE PREMIER

Détermination des caractères spécifiques des huiles d'olive.

L'huile d'olive extraite du fruit de l'olivier est, comme les autres huiles végétales, un mélange d'éthers neutres de la glycérine, oléine, stéarine, palmitine, et d'une quantité variable d'acides gras libres. Elle a été regardée de tout temps comme l'huile comestible par excellence. Les huiles d'olive de qualités inférieures ont des propriétés spéciales, qui les rendent propres à l'éclairage, au graissage des machines, au lavage des laines, et à la fabrication des savons. Leurs propriétés lubrifiantes empêchent l'échauffement des parties articulées des machines.

Ces diverses qualités des huiles d'olives sont assez appréciées pour qu'on ait eu intérêt à les employer en nature, en cherchant le mélange frauduleux avec d'autres matières grasses d'un prix moins élevé, mais n'ayant pas les mêmes propriétés.

Le climat, le sol, la maturité des olives, le temps de conservation en tas, les soins apportés dans la fabrication, le mode d'expression, la température, sont autant de conditions de production et de fabrication qui influent sur la nature de l'huile, et font naître la diversité des qualités.

En général, la meilleure huile provient d'arbres plantés dans des terrains calcaires, tandis que ceux qui poussent dans les terres humides et grasses donnent des produits inférieurs.

Sans entrer dans l'énumération commerciale des diverses qualités d'huiles: lampante, sous claire, tournante, à fabrique, ressencées, d'enfer, de pulpes ou de grignons d'olive, énumération qui n'aurait pas sa raison d'être dans le présent travail, la commission les a classées en deux catégories bien distinctes :

1° Celles qui sont destinées à l'alimentation :

2° Celles qu'on emploie dans l'industrie.

On ne peut demander à ces deux qualités la similitude dans les caractères physiques et chimiques, et, dès le début de ce travail, il est bon de les séparer nettement.

En effet, les huiles comestibles sont toujours de fabrication récente, elles proviennent d'olives saines et n'ayant point encore subi toutes les modifications que l'oxydation et l'isomérie apportent dans les huiles industrielles, elles donnent par conséquent des réactions d'une netteté beaucoup plus grande.

Les propriétés des huiles comestibles seront donc toujours sensiblement les mêmes, tandis que celles des huiles industrielles pourront varier dans des limites assez étendues.

Ce n'est que depuis le commencement du siècle qu'on s'est préoccupé de rechercher les adultérations dont l'huile d'olive pouvait être l'objet. Ces adultérations, autrefois inconnues, se sont multipliées à mesure que de nouvelles huiles, de provenances étrangères, ont afflué sur les marchés européens.

Dans la première moitié de ce siècle, les falsifications étaient surtout faites avec de l'huile d'œillette. Aussi, les procédés imaginés à ce moment et souvent préconisés de nos jours, qui avaient pour but de rechercher les fraudes alors existantes, ont perdu toute leur valeur depuis que de nouvelles huiles sont entrées en jeu.

D'autre part, ces méthodes s'appliquaient exclusivement aux huiles de Provence, à peu près les seules usités à l'époque, tandis qu'aujourd'hui les huiles de provenances les plus diverses apparaissent sur nos marchés.

Les anciens procédés, qui pouvaient donner des résultats très nets avec les huiles de Provence, se trouvent donc souvent en défaut avec les huiles d'autres provenances et d'autres qualités.

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DE L'HUILE D'OLIVE.

L'huile d'olive est transparente et fluide ; sa couleur varie du jaune d'or au jaune verdâtre ; sa saveur est douce et rappelle plus ou moins le goût de l'olive elle-même, suivant sa provenance et le point de maturité du fruit.

Les huiles dites *fruitées* peuvent être plus facilement adultérées que les huiles douces ; leur odeur et leur goût prononcé masquant mieux ceux des huiles de graines. Aussi sont-elles très recherchées et côtées plus haut sur les marchés. Toutefois, les dégustateurs exercés perçoivent très bien 30 p. 100 d'huiles de graines dans les mélanges.

Propriétés. — 1° Densité moyenne à 15° C. : 0,916 à 0,917. Acides gras, densité : 0,899 ;

2° Action des vapeurs nitreuses : solidification de la masse.

3° Saponification sulfurique (moyenne) absolue : 32,5, relative : 90 ;

4° Indice d'iode (moyenne), 84 ;

5° Congélation (moyenne), 0° à + 4° C. ;

6° Fusion des acides gras : 23 à 27° C. ;

7° Solidification des acides gras ; 21 à 25° C. ;

8° Saturation : 17,5 à 17,8 ;

9° Solubilité dans l'alcool absolu : 40 à 50 p. 1000.

L'huile d'olive bout à 329° C., et sa conductibilité électrique est plus faible que celle des huiles de graines.

ÉPURATION PRÉALABLE DES HUILES

Avant d'aborder l'épuration et la saponification, qui doivent le plus souvent précéder l'analyse des huiles, il est utile d'examiner les causes qui amènent l'oxydation, et sur les produits dérivés qui en résultent. Voici les observations faites par M. Milliau à ce sujet :

Les glycérides qui constituent les matières grasses naturelles contiennent toujours des acides gras libres en proportion variable et des matières étrangères en suspension ou même dissoutes ; il est donc rationnel, pour obtenir des résultats précis, de leur faire subir un traitement qui les débarrassera de l'excès d'acidité et de la plupart des impuretés.

La proportion et la nature des acides gras contenus dans l'huile peuvent varier sous l'influence des causes les plus diverses. Les huiles extraites dans les meilleures conditions, et dans les climats les plus tempérés, contiennent toujours quelques dixièmes d'acides gras libres. Cette proportion augmente notablement avec le temps, quelles que soient les précautions prises pour empêcher toute altération.

L'oxydation des huiles donne des produits variables avec les causes qui la provoquent et leur intensité. Une oxydation très ménagée peut amener la production de glycérides oxydés, sans formation sensible d'acides gras ; c'est le phénomène qui se produit quelquefois dans la formation de certaines huiles tournantes, qui acquièrent la propriété de se dissoudre dans les lessives alcalines, sans que leur acidité ait augmenté d'une façon notable.

Si l'oxydation est plus énergique, le glycéride se décompose en des acides gras et en glycérine. Cette dernière ne tarde pas à disparaître en se transformant en produits nouveaux, acide formique, etc., tandis que l'acide gras se dédouble générale-

ment en deux termes inférieurs et également oxydés, des acides de la série grasse, dont l'un est volatil et l'autre fixe, mais avec un point de fusion plus bas que celui de l'acide gras primitif, sauf pour les acides non saturés, tels que l'acide oléique qui, en s'oxydant, peut donner naissance à des acides gras concrets et à de l'acide acétique.

La pratique a d'ailleurs devancé en cela la théorie, et bien des savonniers n'ignorent pas que les huiles très vieilles ou très altérées pour une cause quelconque donnent d'une part des rendements inférieurs (acides volatils), et d'autre part un savon de consistance moins ferme (acides à points de fusion moins élevés).

Une oxydation encore plus intense détruit l'acide gras avec formation de produits substitués, et l'on désigne pratiquement cette transformation sous le nom de résinification de l'huile. On sait, en effet, qu'il existe d'étroites relations chimiques entre les acides gras oxydés et les résines.

On constate quelquefois dans les produits de substitution la présence de corps qui sont sans action sur la soude caustique.

On trouve ainsi, en dissolution dans les acides gras, des huiles très altérées, des quantités considérables (jusqu'à 25 p. 100) de matières insaponifiables qui abaissent sensiblement l'indice de saponification.

Les matières étrangères en suspension ou dissoutes existant dans l'huile par les causes les plus diverses sont aussi de nature très variable.

Nous parlerons seulement de certaines huiles parfaitement limpides dans lesquelles on constate la présence de quantités notables de fer. Ce fer se trouve à l'état de savon, d'autant plus soluble dans la glycérine qu'il contient une plus forte proportion d'acides gras libres. Plus rarement, on constate la présence du manganèse, du cuivre, etc.

Le soufre peut exister dans les huiles non classées comme crucifères, soit à l'état de sulfure organique, soit simplement dissous. Sa présence, facile à comprendre dans les huiles ex-

traites au sulfure de carbone, est moins explicable dans les huiles extraites à la presse.

Epuration. — La marche de l'épuration des huiles ne peut être fixée d'une façon invariable, puisqu'elle dépend à la fois du degré d'oxydation des matières grasses, de la nature des impuretés et de l'objet de la recherche. Il est certain que pour le dosage des acides volatils, on doit se borner à une simple filtration, et que, dans la recherche des huiles de crucifères, il faut une attaque par la soude caustique. Nous allons indiquer deux procédés d'épuration qui réussissent dans la plupart des cas pour les huiles comestibles ou industrielles :

Premier mode : On prend une quantité d'huile, proportionnelle au nombre d'essais auxquels on veut la soumettre, on ajoute deux fois le volume d'une solution de sel marin pur marquant 18° B. On verse quelques gouttes d'une solution alcoolique de phénolphtaléine pure à 2 p. 100. On sature les acides gras libres en versant goutte à goutte une liqueur titrée contenant 14 gr. 184 de Na^2O par litre. On agite vivement après chaque addition de solution alcaline, et l'on arrête l'opération lorsque la teinte rose caractéristique persiste encore après une agitation de deux minutes environ (cette opération peut en même temps servir au dosage des acides gras libres). On soumet ensuite la masse à l'action d'une douce chaleur, on décante la solution saline, on lave deux fois à l'eau salée et trois fois à l'eau distillée, en chauffant légèrement après chaque addition. On peut alors filtrer l'huile après l'avoir laissé reposer suffisamment pour permettre à la partie aqueuse de se séparer entièrement.

Cette épuration a pour effet de débarrasser l'huile de la plupart des matières étrangères ainsi que des matières résinoïdes qui se trouvent saponifiées les premières. Mais elle ne saurait convenir à tous les cas, ni débarrasser l'huile de toutes ses impuretés, et encore moins rendre à la matière grasse altérée sa composition primitive.

Deuxième mode : Lorsqu'on doit opérer sur les acides gras,

on peut, si besoin est, faire précéder la saponification d'une épuration à l'alcool (100 grammes d'alcool pour 50 grammes d'huile), qui ne saurait avoir d'inconvénients sérieux, puisque la combinaison s'effectue ensuite en présence de l'alcool, dont on débarrasse le savon par une ébullition prolongée, en solution aqueuse.

Les matières grasses, même neutres, dissolvent de notables proportions d'alcool, qu'il importe d'éliminer si l'on a usé de ce mode d'épuration. Il suffit pour cela de laver l'huile épurée trois fois à l'eau distillée, et de la soumettre ensuite à l'action d'une douce chaleur, jusqu'au moment où le poids de la masse devient constant.

Les opérations ci-dessus indiquées étant terminées, on peut, suivant les cas, opérer soit sur la matière grasse neutralisée, soit sur les acides gras qui en dérivent.

Il est bien entendu que ces opérations, longues et délicates, ne doivent être effectuées que dans les cas douteux, c'est-à-dire sur des huiles ayant donné des résultats incertains aux essais faits sur le produit naturel.

Si l'on se trouve en présence d'une huile à graissage, ayant déjà subi un traitement industriel à la soude caustique, opération qui est faite dans la plupart des cas et qui a pour but de la débarrasser à la fois des impuretés et des acides gras qui attaqueraient les organes des machines, le cas se complique encore et l'épuration chimique doit se borner à des lavages à l'alcool ou à l'eau distillée.

En effet, si une rectification légère, telle que nous l'avons conseillée, a pour résultat de débarrasser le produit de divers corps étrangers sans modifier l'état chimique, par contre, une attaque à chaud par une solution concentrée de soude caustique, telle qu'elle est faite habituellement dans l'industrie, non seulement saponifie les acides gras et les matières résinoïdes, mais aussi oxyde et modifie les glycérides. Si l'huile ainsi traitée n'a rien perdu des qualités qu'elle doit posséder pour les usages industriels auxquels elle est destinée, elle a du

moins subi une métamorphose chimique bien faite pour dérouter l'analyste.

Sans rappeler la propriété connue des hydrates alcalins de dédoubler les corps de la série oléique en acides acétique et formique et en un autre acide de la série saturée, on observe quelquefois dans l'analyse des huiles rectifiées industriellement des variations anormales de l'indice d'iode, et en général du pouvoir absorbant de ces corps vis-à-vis de l'hydrogène, du chlore, du brome et de l'iode.

La densité est également modifiée, de même que les points de fusion et de solidification, l'échauffement sulfurique et l'indice de saponification. Enfin les vapeurs nitreuses n'opèrent plus aussi facilement la solidification, qui est subordonnée au quantum d'élaïdine ou d'acide élaïdique et, par conséquent, à celui de leurs isomères générateurs, l'oléïne et l'acide oléïque.

Il est facile de se rendre compte de l'action énergique de la soude caustique en solution concentrée, en observant les colorations obtenues par l'acide sulfurique et l'acide azotique : 1° sur l'huile non rectifiée ; 2° sur la même huile rectifiée industriellement. Les teintes qu'on observe, vertes dans le premier cas, deviennent brunes ou rougeâtres dans le second. La matière colorante a donc subi elle-même une modification profonde, qui pourrait faire croire à une falsification, si l'on basait la vérification sur les réactions colorées.

Il est difficile de poser des règles générales pour l'analyse des huiles rectifiées par l'industrie, puisque leur composition varie elle-même suivant les procédés de fabrication. Elle ne peut être menée à bonne fin, étant donné son extrême délicatesse, que par un spécialiste exercé.

Faudrait-il pour cela refuser toutes les huiles rectifiées? Assurément non, puisque la plupart des huiles à graissage ne peuvent être employées pour cet usage qu'après ce traitement et que leur rebut mettrait l'industrie et la marine dans l'impossibilité de pourvoir à ses besoins, sans compter les nombreuses contestations qui naîtraient d'une pareille mesure, puisque

dans la plupart des cas, il serait impossible de distinguer chimiquement une huile rectifiée d'une huile naturelle.

Les considérations dans lesquelles nous venons d'entrer montrent la nature des difficultés qui attendent le chimiste dans l'analyse des huiles d'olives et surtout de celles destinées à l'industrie. Elles mettent aussi en évidence toute la puérilité des réactions colorées et l'impossibilité absolue de trouver, pour l'analyse si complexe et si délicate des matières grasses, un réactif infaillible et s'appliquant à tous les cas, comme le public paraît l'attendre de la science.

SAPONIFICATION DES HUILES ET PRÉPARATION DES ACIDES GRAS.

Au cours des opérations qui vont suivre, on aura fréquemment à opérer la saponification des huiles soumises à l'analyse, soit pour en extraire les acides gras à l'état pâteux, soit pour les obtenir fondus et déshydratés.

Il est donc désirable de déterminer une fois pour toutes les bases de l'opération. La saponification de l'huile d'olive, surtout fraîche, offre plus de difficultés que celle de la plupart des autres matières grasses. En effet, la saponification à froid ou à chaud, sans l'aide de l'alcool et par des lessives alcalines concentrées s'effectue difficilement, puisque les savons à base d'huile d'olives sont peu solubles dans les lessives alcalines faibles.

La formation d'une certaine quantité de savon, par une attaque à la soude caustique concentrée, détermine la séparation du savon formé et retarde, par conséquent, la saponification des parties neutres qui ne se dissolvent pas dans la masse.

On sait, en effet, que les dissolutions savonneuses ont ordinairement la propriété de dissoudre des quantités notables d'huile, se combinant facilement dans cet état avec les hydrates alcalins.

Aussi, dans la fabrication des savons dits mi-cuits ou à froid, a-t-on dû rejeter l'huile d'olive, même lersque les prix en permettraient l'emploi, puisque dans ces deux modes d'opération on combine directement un poids déterminé d'huile avec la quantité voulue de soude caustique en dissolution dans le volume d'eau nécessaire, sans séparer le savon formé de la masse liquide par l'addition de lessives alcalines plus concentrées; tandis que dans la fabrication des savons cuits on forme le grain pendant ou après la combinaison, pour débarrasser la pâte des impuretés qu'elle contient et achever, si besoin, la saturation.

L'huile d'olive, employée dans la fabrication des savons à froid ou mi-cuits, exigerait, pour se dissoudre à l'état de savon, une quantité d'eau tellement considérable que le produit resterait, après refroidissement, liquide ou pâteux.

Pour saponifier parfaitement l'huile, on én verse une quantité déterminée dans une capsule, on la recouvre de deux fois son volume d'alcool à 92 degrés; on chauffe graduellement, et, au moment où l'alcool entre en ébullition, on verse goutte à goutte en agitant sans cesse avec une baguette, un volume de solution de soude caustique, à 36° B. égal à celui de l'huile. Dès que la masse en ébullition est devenue homogène et limpide, on ajoute de l'eau distillée chaude (20 fois le volume d'huile employée) et on laisse bouillir pendant deux heures pour en chasser tout l'alcool.

Si l'on veut isoler le savon formé, on ajoute une solution concentrée de sel marin, dans laquelle il est insoluble, et on le recueille à la surface du liquide, sous forme de petits grains. On peut le purifier en le dissolvant dans l'eau, dont on le sépare encore une fois à l'aide du sel marin. Si l'on veut seulement obtenir les acides gras, on verse dans la dissolution savonneuse dont on a chassé l'alcool, une quantité suffisante d'acide sulfurique pur, dilué au dixième, jusqu'à réaction très légèrement acide.

Si les acides gras doivent être employés tels qu'ils montent à

la surface, pâteux ou hydratés, on les recueille immédiatement. Si, au contraire, on doit opérer sur les acides fondus, on laisse la fusion s'achever par l'action d'une douce chaleur, en ayant soin, pour abréger la durée de l'opération, de placer sur la capsule un couvercle en porcelaine ou en verre.

On décante l'eau acide à l'aide d'un siphon, on lave trois fois à l'eau distillée chaude et, au dernier lavage, on doit constater que l'eau ne rougit plus le papier en tournesol. On décante l'eau et l'on dessèche les acides gras à 105° jusqu'au moment où leur poids reste invariable.

La fin de l'opération doit être particulièrement surveillée, pour éviter, lorsque l'acide gras est privé d'eau, la formation de vapeurs acides et les pertes qui en résulteraient.

La marche que nous venons de suivre peut servir à déterminer le rendement d'une huile en acides gras fixes.

Le rendement, qui est en moyenne de 95,5 p. 100 sur l'huile filtrée et déshydratée, se trouve sensiblement abaissé avec les huiles acides et oxydées. Ces résultats, qui pourraient paraître anormaux à première vue, confirment bien la formation d'acides solubles et volatils dont la proportion dépend du degré d'oxydation. L'oxydation, d'ailleurs, peut se produire soit sur l'huile extraite, soit plus facilement dans la graine elle-même, lorsque cette dernière, restant trop longtemps entassée, s'échauffe et fermente progressivement.

Dans ce cas, on observe encore dans l'huile un dichroïsme bien net, suivant qu'on la regarde par réflexion ou par réfraction, et l'on retrouve à l'analyse tous les phénomènes de la résinification : augmentation du poids moléculaire et de la solubilité dans l'éther des sels gras de baryte obtenus par double décomposition.

DENSITÉ

La détermination de la densité doit être la première opération à faire dans l'analyse de l'huile d'olive. C'est une indication indispensable autant qu'utile pour le contrôle de la pureté, à la condition de ne pas perdre de vue que la densité d'une même espèce d'huile, et surtout de l'huile d'olive, peut varier dans des limites assez étendues.

Cette densité peut être prise soit par la méthode du flacon, soit par des densimètres d'un volume considérable et à échelles très fixes, soit enfin à l'aide d'une balance aérothermique : c'est à ce dernier procédé qu'il faudra donner la préférence, et c'est la seule méthode qui sera décrite ici.

Préparation de l'échantillon. — L'échantillon de l'huile à examiner peut n'être pas absolument homogène, car l'abaissement ménagé de la température détermine le dépôt de parties concrètes. Même lorsque celles-ci sont de nouveau dissoutes par l'élévation de température, il n'est pas sûr qu'elles soient bien mélangées avec la masse huileuse. Il est donc indispensable de les agiter suffisamment pour rendre le liquide parfaitement homogène.

Cette agitation doit être faite avec précaution ; si elle était trop violente ou trop brusque, de petites bulles d'air resteraient emprisonnées dans l'huile et fausseraient la densité.

L'échantillon, qu'on suppose être conteuu dans une bouteille, doit être transvasé deux ou trois fois, mais de façon à ce que le liquide coule sur les parois légèrement inclinées du vase dans lequel il est versé, afin d'éviter toute introduction de bulles d'air.

Température. — On détermine la densité des huiles à la température de 15° C. Mais, comme il n'est pas toujours possible d'opérer à cette température, on peut la prendre à une

température voisine, en faisant une correction déterminée par le coefficient de dilatation de l'huile.

Pour que cette correction soit aussi faible que possible, ce qui est toujours à rechercher dans des observations exactes, il est bon d'opérer à une température se rapprochant de 15°. Il faut, de plus, que la salle dans laquelle on opère ait une température peu variable, et que les huiles y aient séjourné elles-mêmes un temps suffisant pour acquérir le même degré de chaleur.

Un poêle placé dans le voisinage, des brûleurs de gaz, des portes ouvertes, en un mot toute cause qui peut amener un changement de température pendant l'opération est à éviter soigneusement.

Emploi de la balance aérothermique de Mohr. — L'emploi du densimètre est assez fréquent dans l'industrie, tandis que dans les laboratoires on préfère, au moins pour les huiles liquides à la température ordinaire, la balance aérothermique. Celle-ci se compose d'un support à colonne creuse, d'un fléau, d'un plongeur ayant la forme d'un flotteur en verre et renfermant un thermomètre, d'une éprouvette à pied en verre et de poids en forme de fer à cheval.

L'un des bras du fléau de la balance porte à son extrémité un contrepoids cylindrique, dans l'axe duquel se trouve une pointe indicatrice qui se meut devant un cadran divisé.

L'autre bras est divisé en dix parties égales, numérotées de 1 à 10 ; les divisions portent des entailles en forme de coins, destinées à recevoir les poids.

A la dixième division se trouve un couteau tournant son arête vers le haut et sur lequel repose un crochet auquel on suspend le plongeur par un fil de platine.

L'éprouvette en verre est destinée à contenir l'huile dont on veut obtenir le poids spécifique.

Les poids ont la forme d'un fer à cheval et sont à leur partie centrale en forme de couteau, afin de pouvoir être placés bien à fond dans les entailles du fléau.

Quand on place le plongeur dans l'huile, il perd un poids égal au poids du volume de liquide qu'il déplace. On rétablit l'équilibre en plaçant une série de poids dans les divisions ; ils sont combinés de telle sorte que la lecture se fait très simplement. Le premier cavalier donne le décigramme, le second le centigramme, le troisième le milligramme et le quatrième le dixième de milligramme.

Si le flotteur déplace par exemple 5 centimètres cubes de liquide, lorsque l'équilibre sera rétabli de façon à ce que l'aiguille qui termine le contrepoids du levier coïncide avec le zéro du cadran, la somme des poids employés sera bien égale au poids de 5 centimètres cubes de l'huile dont on cherche la densité.

Une simple lecture suffira donc pour déterminer la densité à 15° C.

Vérification de l'appareil. — Le fléau étant en place et muni du flotteur, on soulève le support de façon à ce que le plongeur puisse être immergé jusqu'au point supérieur de la partie tordue du fil de platine. On oriente le pied de telle façon que la vis de réglage se trouve dans le même plan vertical que le fléau et du côté de la pointe. Au moyen de cette vis de réglage, on amène la pointe à coïncider avec le zéro du cadran, le fléau étant en équilibre dans l'air tranquille. On fait alors plonger le flotteur dans l'éprouvette contenant de l'eau distillée privée d'air par une ébullition préalable et ensuite refroidie.

On note la température au bout de dix minutes d'immersion et, au moyen des tables de densité de l'eau distillée, on s'assure que la densité indiquée par les cavaliers correspond bien à celle de l'eau distillée prise à la température de l'expérience.

Détermination de la densité. — On retire le flotteur, on enlève l'eau, on essuie parfaitement les diverses pièces, on remplit ensuite l'éprouvette d'huile en la tenant légèrement inclinée pour éviter l'introduction de bulles d'air, on fait affleurer le

flotteur de même façon et, au bout de dix minutes, on procède à la lecture des poids.

Si cette densité avait été prise exactement à 15° C, il n'y aurait aucune correction à lui faire subir ; mais, comme cette condition n'est presque jamais remplie, on opère la correction en ajoutant 0,0007 par chaque degré au-dessus de 15°, et en retranchant la même quantité au-dessous de 15°. Cette correction est calculée d'après le coefficient de dilatation moyen des huiles, et dont il a été question plus haut.

On peut d'ailleurs déterminer le coefficient de dilatation d'une huile en prenant ses densités D, D' à deux températures différentes t, t', la correction à faire pour un degré étant égale à

$$\frac{D - D'}{t' - t}$$

D étant la densité prise à la température la plus basse t.

Huiles d'olive comestible. — La densité varie entre 0,915 et 0,918, avec une moyenne comprise entre 0,916 et 0,917.

On voit que les chiffres moyens sont assez rapprochés ; mais, si nous considérons les cas particuliers, nous observons de plus grandes divergences. Lorsque les limites moyennes ne sont pas dépassées, et il y a donc probabilité de pureté, car la plupart des autres huiles ont des densités sensiblement différentes.

Mais, lorsqu'elle se rapproche des limites supérieures, nous nous trouvons en présence d'une hésitation, et nous devons nous demander si cette densité plus élevée que la moyenne tient à la nature même de l'huile, ou si elle est due à un mélange.

Le poids spécifique n'est donc pas un caractère absolu ; il peut donner d'utiles indications, mais aussi longtemps qu'il se trouve compris entre les limites établies par un nombre considérable d'observations, on n'est pas en droit de rejeter l'huile d'olive sur cette seule détermination.

C'est une tendance, de la part des experts, d'attacher à la densité des huiles une valeur trop grande. Pour montrer com-

bien ces indications sont insuffisantes à elles seules pour la reconnaissance des fraudes, supposons qu'on additionne l'huile d'olive de densité moyenne (0,916) d'une des huiles fréquemment employées à la falsification, l'huile de sésame de Jaffa, par exemple, dont la densité est de 0,922. La densité du mélange croît porportionnellement avec les quantités d'huile de sésame ajoutées, et l'on aura :

Olive pure		0.9160
Olive additionnée	de 10 p. 100 d'huile de sésame	0.9166
	de 20 p. 100 d'huile de sésame	0.9172
	de 30 p. 100 d'huile de sésame	0.9178
	de 40 p. 100 d'huile de sésame	0.9184

On a donc pu, sans dépasser les limites extrêmes de la densité de l'huile d'olive, faire une addition de plus de 30 p. 100 d'une huile dont le poids spécifique est relativement élevé, sans que cette détermination ait pu permettre de décéler la fraude.

Avec l'huile d'arachide, qui est moins lourde que celle de sésame, on aurait pu augmenter davantage encore les proportions du mélange.

Huiles industrielles. — La densité des huiles d'olive industrielles se trouve comprise entre 0,9130 et 0,9198, la moyenne entre 0,916 et 0,918. Tout ce que nous avons dit au sujet de la densité des huiles comestibles peut s'appliquer à celle des huiles industrielles.

Moins encore qu'avec les premières, la densité ne pourra nous donner des indications précises, puisque les limites extrêmes sont très éloignées l'une de l'autre, et que, dans une huile d'olive industrielle très légère, on peut ajouter 5 p. 100 d'une huile étrangère, même d'une densité élevée, sans dépasser la limite des huiles d'olive industrielles lourdes.

Conclusions. — La densité sera donc une détermination utile, qui pourra servir aussi à constater l'identité de l'huile. Mais en ce qui concerne les indications à en tirer relativement

aux falsifications, il faudra ne procéder qu'avec la plus grande prudence, en s'entourant de toutes les observations qui ont été faites plus haut et en y ajoutant d'autres caractères plus précis.

Voici les résultats obtenus avec la balance de Mohr sur un grand nombre d'huiles d'olive authentiques de diverses provenances :

Densités d'huiles d'olive de provenances diverses.

Noms des pays et régions	Huiles comestibles.			Huiles industrielles.		
	minim.	maxim.	moyen.	minim.	maxim.	moyen.
Bouches-du-Rhône...	0,9150	0,9172	0,9161	0,9138	0,9172	0.9163
Bouches-du-Rhône. (Extraite au laboratoire)...........	0,9155	0,9164	0,9160	»	»	»
Var.................	0,9152	0'9171	0,9160	0,9130	0,9170	0,9162
Nice................	0,9153	0,9173	0,9160	0,9141	0,9172	0,9163
Gard................	0,9154	0,9172	0,9163	»	»	»
Vaucluse............	0,9151	0,9165	0,9154	»	»	»
Corse...............	0,9150	0,9177	0,9168	0,9140	0,9179	0,9170
Tunis...............	0,9153	0,9182	0,9171	0,9148	0,9195	0,9175
Tunis. (Extraite au Laboratoire).......	0,9160	0,9180	0,9170	»	»	»
Algérie.............	0,9151	0,9182	0,9169	0,9140	0,9190	0,9170
Maroc...............	0,9155	0,9185	0,9172	0,9141	0,9195	0,9170
Bari................	0,9154	0,9173	0,9158	0,9135	0,9175	0,9160
Toscane.............	0,9151	0,9172	0,9164	0,9140	0,9170	0,9162
Rivière de Gênes....	0,9150	0,9171	0,9163	0,9141	0,9172	0,9165
Sicile..............	0,9153	0,9172	0,9160	0,9138	0,9172	0,9161
Espagne.............	0,9155	0,9175	0,9160	0,9140	0,9180	0,9162
Portugal............	0,9151	0,9175	0,9167	0,9141	0.9177	0,9165
Grèce...............	0,9150	0,9165	0,9160	0,9139	8,9171	0,9160
Turquie.............	0,9153	0.9174	0,9162	0,9151	0,9180	0,9161
Levant..............	0,9150	0,9176	0,9165	0,9133	0,9180	0,9160

ACTION DES VAPEURS NITREUSES.

On doit à Poutet (1819) le premier procédé pour reconnaître la falsification de l'huile d'olive. Il avait surtout été imaginé

dans le but de déceler la présence de l'huile d'œillette, adultération fréquente à l'époque, et pour laquelle il donnait de bons résultats.

Il est basé sur la transformation de l'oléine en sa modification isomérique, l'élaïdine, par l'action des vapeurs nitreuses. Le réactif doit être préparé immédiatement avant l'opération, à l'acide de 6 gr. de mercure et de 7 gr. 5 d'acide azotique à 38° Baumé.

C'est un mélange d'acide azotique, d'acide hypoazotique, de proto, deuto-nitrate et peut-être de nitrite de mercure. Il se produit donc, indépendamment de la transformation de l'oléine en élaïdine, des réactions multiples et mal définies, qui peuvent varier avec les conditions de l'expérience. On sait, en effet qu'en présence de l'acide nitrique, l'acide oléique donne un grand nombre d'acides de la série saturée.

La manière d'opérer est difficile ; il s'agit en effet de secouer le flacon contenant la préparation, toutes les dix minutes très fortement et pendant deux heures, de maintenir en lieu frais (sans indication exacte de la température à laquelle on doit opérer, point pourtant de la plus grande importance), et de n'examiner le gâteau solide formé qu'au bout de 24 heures.

Les résultats de l'expérience doivent forcément varier, suivant que ces diverses opérations ont été plus ou moins suivies, et que la température a été maintenue plus ou moins basse.

L'huile peut enfin avoir une action différente, puisque sa richesse en oléine n'est pas toujours la même, suivant les provenances (les huiles du Maroc, alors qu'elles sont parfaitement pures, ne se solidifient généralement pas ou se solidifient imparfaitement).

Une huile d'olive riche en oléine donnera, mélangée avec une faible proportion d'huile de graines, une masse aussi ferme qu'une huile d'olive pure contenant moins d'oléine ; de plus, les huiles de coton, d'arachide et de sésame se solidifient ellesmêmes si on ajoute un excès de réactif.

La quantité d'acides gras libres contenus dans l'huile pourra

influencer le résultat, les vapeurs nitreuses agissant sur eux, en transformant non pas l'oléine en son isomère l'élaïdine, fusible à 32° C, mais bien l'acide oléique en son isomère l'acide élaïdique, fusible à 45° C.

D'ailleurs, même en employant les procédés dérivant du même principe, et qu'on a rendus plus précis et plus rationnels, les inconvénient signalés plus haut ne seront que partiellement évités.

Procédé Cailletet. — Le procédé Cailletet, basé sur le même principe, dont nous allons donner en détail le mode opératoire, doit, malgré sa réelle valeur, être contrôlé par d'autres procédés, et surtout par les réactions spéciales qui caractérisent l'arachide, le coton et le sésame.

Mode opératoire. — On verse dans un tube à essai de 10 centimètres de long sur 2 cent. 5 de diamètre, 20 grammes de la matière grasse à analyser et 6 gouttes d'acide sulfurique pur à 66 degrés Baumé; on agite pendant une minute en secouant vivement. On ajoute ensuite 9 gouttes d'acide azotique pur à 40 degrés Baumé, et l'on agite encore une seconde fois pendant une minute. On plonge le tube dans un bain-marie dont l'eau est préalablement portée à l'ébullition et au-dessus duquel est placée uue plaque métallique percée de trous, ayant un diamètre un peu supérieur au diamètre extérieur du tube et inférieur au diamètre de la partie évasée de l'orifice du tube. Ce dernier peut donc plonger dans l'eau bouillante, sans risque d'immersion.

(Cette forme de bain-marie nous servira chaque fois que nous aurons à chauffer au bain d'eau).

On laisse le tube exactement cinq minutes dans l'eau bouillante. A la sortie on le place dans un bain d'eau froide, maintenu à l'aide de quelques fragments de glace entre 8 et 10° C. On retire au bout de deux heures, et l'on observe l'état de la masse. On peut noter avec utilité, mais sans leur attribuer une trop grande importance, les diverses colorations obtenues: 1° après addition de l'acide sulfurique; 2° après addition de

l'acide azotique ; 3° à la sortie du bain-marie ; 4° après le refroidissement de la masse. La coloration obtenue après addition de l'acide sulfurique et agitation de la masse varie, pour les huiles d'olive, depuis le vert clair jusqu'au vert foncé et même jusqu'au vert brun.

Après addition de l'acide azotique et agitation, les teintes varient du vert gris jusqu'au gris brun.

Après ébullition, la teinte de la masse est généralement d'un jaune qui va du jaune couleur beurre fondu, jusqu'au jaune foncé. (Lorsque les huiles d'olive contiennent des huiles de graines, l'aspect de la masse à la sortie du bain-marie est généralement brun rougeâtre.)

Le gâteau, après refroidissement et solidification, a l'aspect du beurre frais.

Huiles comestibles. — En général, les huiles comestibles se solidifient très facilement par l'action des vapeurs nitreuses. Cependant certaines huiles d'olive comestibles, principalement celles du Maroc, se solidifient imparfaitement, mais c'est là une exception de peu d'importance.

La propriété que possèdent les huiles d'olive comestibles de se solidifier aussi parfaitement, surtout quand elles sont de fabrication récente, nous amène à faire quelques restrictions sur la valeur du procédé. En effet, avec 15 p. 100 d'huile de coton ou de sésame de qualité supérieure, dans une des huiles d'olive donnant à l'état pur une masse très ferme, on obtient encore un gâteau de consistance ferme et pouvant laisser supposer que le produit est pur.

L'huile d'arachide empêche la solidification ou la rend très imparfaite, lorsqu'elle est introduite dans la proportion de plus de 10 p. 100. Avec une addition d'huile d'œillette, même minime, la solidification ne se produit pas.

Huiles industrielles. — Avec les huiles industrielles, et pour les raisons que nous avons énumérées en parlant de la rectification, le procédé donne des résultats plus incertains. Les impuretés, dont il est difficile de débarrasser tout à fait

l'huile, ainsi que les moindres traces d'humidité peuvent affaiblir l'action du réactif et diminuer l'intensité de ses effets.

Une huile contenant des matières colloïdes ou résinoïdes, produites par oxydation, se solidifiera difficilement à cause de la présence de ces matières, et aussi de l'eau qu'elles absorbent, et dont il est difficile de priver l'huile.

Une huile contenant un oxyde métallique, provenant généralement des récipients qui l'ont contenue, donnera des résultats défavorables, une partie de l'acide sulfurique, par sa combinaison avec le métal de l'oxyde, n'étant plus employée àla formation des vapeurs nitreuses.

La présence du soufre est également nuisible au succès de l'opération.

Pour les huiles à graissage, qui ont été dépouillées de leurs acides gras par une attaque à chaud à la soude caustique concentrée, les résultats sont sujets à des restrictions plus larges encore, puisque leur composition peut varier suivant leur degré d'oxydation, qui dépend lui-même de leur état avant la rectification et de la manière dont cette rectification a été conduite.

Conclusions. — En ce qui concerne les huiles comestibles, ce procédé, sauf dans quelques cas très restreints, est susceptible de donner d'utiles indications. Une huile qui ne se solidifie pas sera donc déclarée suspecte et soumise à un examen plus approfondie. Un huile se solidifiant ne sera pas de ce seul fait déclarée pure, puisque nous avons constaté que de faibles additions d'huiles de graines comestibles n'empêchaient pas la solidification.

Pour les huiles industrielles, les restrictions seront plus nombreuses et non de même sens. Leur tendance à se solidifier étant notablement diminuée, une faible addition d'huile de graines empêchera la solidification de se produire. Donc, une huile industrielle qui se solidifiera parfaitement aura beaucoup plus de chances d'être pure qu'une huile comestible.

Par contre, une huile d'olive industrielle qui ne se solidifiera

pas aura, pour les raisons déjà énumérées, beaucoup moins de chances d'être impure qu'une huile d'olive comestible dans le même cas.

Nous avons envisagé toutes les exceptions qui peuvent se produire, mais en général ce procédé donnera de très utiles indications, à la condition d'être conduit avec toutes les précautions indispensables à la réussite, et d'opérer sur des huiles fraîches ou récemment rectifiées, les résultats étant moins nets au bout d'un certain temps.

Voici les résultats obtenus par l'action des vapeurs nitreuses, appliquées suivant le procédé Cailletet à des huiles d'origines diverses, représentant tous les types qui se présentent sur les marchés.

La solidification n'est pas toujours complète avec les huiles pures, surtout avec celles de Tunisie et du Maroc.

Les huiles industrielles, en particulier de ces deux dernières provenances, restent souvent pâteuses.

ACTION DES VAPEURS NITREUSES

Huiles d'olives de provenances diverses

Noms des pays et régions.	Huiles comestibles.	Huiles industrielles.
Bouches-du-Rhône........	Consistance ferme ou assez ferme.	Consistance assez ferme, rarement pâteuse.
Bouches-du-Rhône (extraite au laboratoire)..........	id.	id.
Var......................	id.	id.
Nice.....................	id.	id.
Gard.....................	id.	id.
Vaucluse.................	id.	id.
Corse....................	id.	id.
Tunis....................	En général un peu moins ferme que les précédentes.	Consistance assez ferme ou pâteuse.
Tunis (extraite au laboratoire)..................	id.	id.
Algérie..................	id.	id.
Maroc....................	Comme les trois précédentes et quelquefois pâteuse.	Consistance généralement pâteuse.
Bari.....................	Consistance ferme ou assez ferme.	Consistance assez ferme, rarement pâteuse.
Toscane..................	id.	id.
Rivière de Gênes..........	id.	id.
Sicile...................	id.	id.
Espagne..................	id.	id.
Portugal.................	id.	id.
Grèce....................	id.	id.
Turquie..................	id.	id.
Levant...................	id.	id.

Huiles d'olive prélevées officiellement en Tunisie par M. Ernest Milliau.

HUILES COMESTIBLES

Provenances.	
Madhia	Consistance assez ferme (rarement pâteuse)
Sousse	
Monastir	
Sousse	
Madhia	
Sousse	
Monastir	
El ala	
Soliman	
Soliman	
Tebourka	
Tunis et Soliman	
Zaghouan	
Tunis	
Soliman et Menzell	

HUILES INDUSTRIELLES

Provenances.	
Sousse	Consistance assez ferme ou pâteuse.
Sousse	
Tunis	
Bizerte	
Soliman	
Zaghouan	

COLORATIONS

Huiles d'olive prélevées officiellement en Tunisie par M. Ernest Milliau

Provenances	H^2SO^4	$H^2SO^4 + HNO^3$ à froid	après ébullition	après refroidissement
—	—	—	—	—
HUILES COMESTIBLES				
Madhia	vert	vert gris	jaune	beurre frais
Sousse	id.	id.	id.	id.
Monastir	vert foncé	gris jaune	id.	id.
Sousse	vert	vert gris	id.	beurre jaune
Madhia	vert foncé	id.	id.	beurre frais
Sousse	id.	gris jaune	id.	id.
Monastir	vert	id.	id.	beurre jaune
El ala	id.	vert gris	id.	id.
Soliman	id.	id.	id.	beurre frais
Soliman	vert foncé	id.	id.	id.
Tebourka	vert	vert jaune	id.	id.
Tunis et Soliman	id.	vert gris	id.	id.
Zaghouan	vert foncc	id.	id.	id.
Tunis	id.	id.	id.	id.
Soliman et Menzel	vert	id.	id.	id.
HUILES INDUSTRIELLES				
Sousse	vert foncé	vert gris	jaune	beurre jaune
Sousse	vert brun	gris brun	jaune foncé	id.
Tunis	vert clair	vert gris	jaune	id.
Bizerte	vert foncé	id.	jaune foncé	id.
Soliman	id.	id.	id.	id.
Zaghouan	id.	id.	id.	id.

COLORATIONS

Huiles d'olive de provenances diverses

Noms des pays et régions	H_2SO_4		$H_2SO_4 + HNO_3$ à froid		$H_2SO_4 + HNO_3$ après ébullition		$H_2SO_4 + HNO_3$ après refroidissement	
	comestible	industrielle	comestible	industrielle	comestible	industrielle	comestible	industrielle
Bouches-du-Rhône	vert clair	vert	vert gris	vert gris	jaune	jaune foncé	beurre frais	beurre jaune
Bouches-du-Rhône (extraite au laboratoire)	vert	id.	id.	id.	id.	id.	id.	id.
Var	id.	vert foncé	id.	gris jaune	id.	id.	id.	id.
Nice	vert clair	id.	gris jaune	id.	id.	id.	id.	id.
Gard	vert	id.	vert gris	gris brun	id.	id.	id.	id.
Vaucluse	id.	id.	gris jaune	vert gris	id.	id.	id.	id.
Corse	id.	id.	id.	id.	id.	id.	id.	id.
Tunis	vert foncé	id.	vert gris	gris brun	id.	id.	id.	id.
Tunis (extraite au laboratoire)	vert	id.	gris jaune	vert gris	id.	id.	id.	id.
Algérie	vert foncé	id.	id.	id.	id.	id.	id.	id.
Maroc	vert	id.	id.	gris brun	id.	id.	id,	id.
Bari	vert clair	id.	vert gris	vert gris	id.	id.	id.	id.
Toscane	vert	id.	gris jaune	id.	id.	id.	id.	id.
Rivière de Gênes	id.	id.	id.	gris brun	id.	id.	id.	id.
Sicile	id.	id.	vert gris	id.	id.	id.	id.	id.
Espagne	id.	id.	id.	vert gris	id.	id.	id.	id.
Portugal	id.	id.	id.	gris jaune	id.	id.	id.	id.
Grèce	vert clair	id.	id.	vert gris	id.	id.	id.	id.
Turquie	vert	id.	id.	gris jaune	id.	id.	id.	id.
Levant	id.	id.	gris jaune	gris brun	id.	id.	id.	id.

SAPONIFICATION SULFURIQUE

Pour mesurer l'élévation de température, produite par l'agitation de l'huile avec un volume déterminé d'acide sulfurique, on opère suivant les indications de M. Maumené, sauf quelques légères modifications de détail :

On prend un verre à expérience de forme conique d'une contenance de 150 centimètres cubes ; on y verse 50 grammes du corps gras à analyser, dont on note la température ; on laisse ensuite écouler dans la masse 10 centimètres cubes d'acide sulfurique à 66° B et à la même température que l'huile. (La pointe de la pipette doit être située à un centimètre environ au-dessus de la couche d'huile.)

On mélange rapidement les deux liquides pendant une minute à l'aide d'un agitateur. On plonge le réservoir d'un thermomètre de précision dans la couche supérieure de la masse, on tourne lentement jusqu'au moment où la colonne mercurielle atteint son maximum de hauteur. La différence entre la température finale de la masse et la température initiale de l'huile donne l'échauffement absolu.

On répète la même opération avec 50 grammes d'eau distillée à la même température que l'huile et 10 centimètres cubes du même acide sulfurique ; on note l'élévation de température de l'eau. Mais il faut agiter dès le début avec le thermomètre lui-même et suivre la marche de la colonne mercurielle dont on note le point culminant.

En multipliant par 100 l'échauffement absolu de l'huile et en divisant le produit par l'élévation de température de l'eau, on obtient un quotient qui représente la saponification sulfurique relative de l'huile.

Ce procédé a l'avantage de donner des résultats à peu près constants, même avec des acides de titres légèrement différents

d'une opération à l'autre, pourvu, bien entendu, que la même opération, qui comprend les deux déterminations de l'huile et de l'eau, soit faite avec le même acide.

Huiles comestibles. — Lorsque les huiles comestibles ont été privées d'eau et filtrées, elles donnent une élévation de température absolue de 30 à 35° C. et relative de 85 à 95° C. On pourra donc déclarer suspecte une huile dont la saponification sulfurique sera supérieure au maximum indiqué.

Un résultat normal ne sera pas un indice absolu de pureté, puisque certaines huiles ne donnent que 30° C., et qu'en les additionnant de 10, 20, 30 p. 100 d'huile d'arachide (dont l'échauffement à la saponification est égal à 46° C.), on obtient 31,6, 33,2, 34,8, résultats inférieurs à ceux fournis par certaines huiles d'olive pures.

Huiles industrielles. — Pour les huiles industrielles l'écart est plus considérable, il peut aller de 28 à 37° C., la moyenne restant toujours égale à 32°5. Ces différences proviennent, comme nous l'avons dit plus haut, de l'oxydation de l'huile et des impuretés qu'elle peut contenir, même après une épuration aussi parfaite que possible.

On peut introduire dans les huiles d'olive industrielles des huiles dont l'élévation de température est moindre que celle de l'huile d'olive.

Le problème se complique donc pour les huiles industrielles, et le procédé ne doit être employé qu'avec la plus grande circonspection.

Conclusions. — Ce procédé qui, appliqué avec discernement, peut fournir certaines indications, doit, encore moins que le procédé Cailletet, être pris avec une valeur absolue.

Il ne donne des indications certaines de falsification que lorsque l'élévation de température dépasse le maximum admis.

Nous donnons ci-dessous le résultat des opérations faites par ce procédé avec des huiles très variées.

Ici encore les limites entre lesquelles sont comprises les diverses huiles sont assez écartées.

Noms des pays et régions	Huiles comestibles — Saponification absolue	Huiles comestibles — Saponification relative	Huiles industrielles — sulfurique absolue	Huiles industrielles — sulfurique relative
Bouches-du-Rhône......... Bouches-du-Rhône (extraite au laboratoire........... Var . ... Nice...................... Gard...................... Vaucluse.................. Corse..................... Tunis .... Tunis (extraite au laboratoire)................... Algérie................... Maroc..................... Bari...................... Toscane................... Rivière de Gênes.......... Sicile.................... Espagne................... Portugal.................. Grèce..................... Turquie................... Levant....................	Minimum, 30 — Moyenne, 32,5 — Maximum, 35	Minimum, 85 — Moyenne, 90 — Maximum, 95	Minimum, 28 — Moyenne, 32,5 — Maximum, 37	Minimum, 81 — Moyenne, 90 — Maximum, 99

INDICE D'IODE

Il existe dans les matières grasses des corps non saturés, l'acide oléique par exemple, sur lesquels on peut fixer un nombre d'atomes de chlore, de brome ou d'iode, égal au nombre d'atomes d'hydrogène nécessaires pour saturer la molécule.

La quantité absorbée par une même huile peut servir à déterminer la nature et même jusqu'à un certain point la pureté d'une huile, puisqu'elle est à peu près constante pour une même espèce, et varie sensiblement d'une espèce à l'autre.

Il est préférable de prendre l'iode, qui est plus fixe et plus facilement maniable que le chlore ou le brome.

Pour écarter toute cause d'erreur et éviter les différences que donnent des huiles de même espèce, mais d'acidité variable, on opère sur les produits de saponification, débarrassés de toutes les matières qui peuvent fixer de l'iode. Les résultats exprimant les indices d'iode, et que nous donnons plus loin, se rapportent donc tous aux acides gras.

En opérant sur les acides gras on a également l'avantage de pouvoir se servir, pour les dissoudre, de l'alcool qui a sur l'iode une action moins sensible que le chloroforme qu'on serait obligé d'employer comme dissolvant si l'on opérait sur l'huile en nature.

Pour une analyse précise, on opèrera comparativement sur un échantillon témoin ne contenant que l'alcool en quantité égale à celle employée, et la différence donnera exactement la quantité d'iode absorbée par l'huile dans un laps de temps déterminé.

Dans ce cas, les résultats trouvés sont légèrement inférieurs, et une huile d'olive qui par le procédé d'Hübl avait donné, dissoute dans le chloroforme, 84,1, n'indiquait plus, en opérant sur les acides gras dissous dans l'alcool, que 83, et enfin, en supposant l'huile sans dissolvant, c'est-à-dire en retranchant la quantité absorbée par l'un ou l'autre dissolvant pendant le même laps de temps, 82,5 seulement.

En faisant la détermination sur les acides gras, il faut avoir soin, si l'on veut comparer l'indice trouvé à celui de l'huile, de multiplier les résultats par 0,955.

Cette opération a l'avantage de donner des résultats comparables à ceux que l'on obtiendrait sur l'huile neutre.

Certains auteurs proposent d'opérer de préférence sur l'huile neutre, et non sur les acides gras, en conseillant de lui enlever son acidité à l'aide de l'alcool, qu'on chasse ensuite par évaporation.

Les expériences faites par M. E. Milliau ont démontré que non seulement les huiles dissolvaient une quantité notable d'alcool, mais aussi qu'indépendamment des réactions qui pou-

vaient se produire entre les deux liquides, il n'était possible de chasser l'alcool qu'à une haute température.

Ainsi, 100 grammes d'huile dissolvent très facilement à chaud 10 p. 100 d'alcool absolu, dont le point d'ébullition dans la masse huileuse s'élève à 42°, la distillation ne commençant à s'effectuer que vers 120° C., et l'huile contenant encore des traces d'alcool à 150° C.

La méthode des acides gras est donc de tout point préférable.

Mode opératoire.

		par litre
Liqueurs nécessaires.	Solution alcoolique d'iode.	50 gr. 00
	Solution aquense d'hyposulfite de soude	24 gr. 78
	Solution alcoolique de bichlorure de mercure.	60 gr. 00
	Solution aqueuse d'iodure de potassium	100 gr. 00

PREMIÈRE OPÉRATION. *Titrage de la solution d'hyposulfite.* — On prend 10 centimètres cubes d'une solution à 0,5 p. 100 de bichromate de potasse chimiquement pur, qu'on verse dans un verre à réactif ; on ajoute de l'iodure de potassium en quantité double enviren (3 à 4 centimètres cubes d'une solution à 10 p. 100), puis on verse 4 à 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré, afin de mettre l'iode en liberté (pour une molécule de bichromate il se dégage 6 atomes d'iode). On ajoute de la liqueur d'hyposulfite goutte à goutte jusqu'à décoloration, en se servant vers la fin de l'opération d'une solution d'amidon comme indicateur. On note le nombre de centimètres cubes employés, et, d'après l'équation suivante, on détermine à quelle quantité d'iode correspond 1 centimètre cube de la solution d'hyposulfite. (Poids moléculaire du bichromate = 295).

295 de bichromate déplacent 127×6 d'iode

1 — déplace $\frac{127 \times 6}{295}$

0,05 de bichromate déplacent $\frac{127 \times 6 \times 0,05}{295} = 0,1291$ d'iode.

Supposons qu'on ait employé pour la décoloration de cette quantité d'iode 10 centimètres cubes d'hyposulfite,

10 cm³ d'hyposulfite décolorent 0,129 d'iode,

donc

1 cm³ d'hyposulfite décolore $\frac{0,129}{10,1} = 0,01278$ d'iode.

DEUXIÈME OPÉRATION. *Titrage de la solution alcoolique d'iode.* — On pèse 50 grammes d'iode bi-sublimé, qu'on dissout dans un litre d'alcool ; on en prend 5 centimètres cubes que l'on verse dans un verre contenant une solution d'iodure de potassium (suffisante pour maintenir l'iode en dissolution), puis on ajoute goutte à goutte la solution d'hyposulfite en se servant vers la fin de l'opération de l'amidon comme indicateur. On s'arrête lorsque le liquide est décoloré.

Supposons qu'on ait employé pour la décoloration 17 cm³ 3 ; on a $17,3 \times 0,01278 =$ gr. 0,221 d'iode dans 5 centimètres cubes de la solution. Donc 100 centimètres cubes contiennent 4 gr. 42 d'iode.

TROISIÈME OPÉRATION. *Détermination de l'indice d'iode.* — On saponifie 20 grammes d'huile par le procédé indiqué à l'article *saponification* ; toutefois, lorsque les acides gras sont fondus, au lieu d'opérer le lavage dans la capsule même, on verse les acides gras sur un filtre mouillé, et on les lave sur le filtre avec un litre d'eau chaude. Lorsque toute l'eau s'est écoulée, on sèche l'intérieur de la douille de l'entonnoir avec un papier-filtre, on perce le filtre avec une aiguille de verre, et l'on reçoit les acides gras qui s'écoulent dans une petite capsule. On les chauffe ensuite à 100 ou 105°, jusqu'au moment où, ne perdant plus de poids, ils sont complètement déshydratés. On en pèse 5 grammes dans un ballon jaugé de 100 centimètres cubes, on complète le volume avec de l'alcool à 92°, on en pré-

lève 10 centimètres cubes avec une pipette, on les laisse écouler dans un flacon, on ajoute 20 centimètres cubes de la liqueur d'iode (10 centimètres cubes pour les coprahs et palmistes), puis 20 centimètres cubes de la solution de bichlorure de mercure, on bouche le flacon, on agite et on laisse reposer pendant trois heures très exactement, la durée du contact influant sensiblement sur les résultats. On procède au titrage de l'iode non absorbé, au moyen de la liqueur d'hyposulfite, en ayant soin d'ajouter au préalable 20 centimètres cubes de la solution d'iodure de potassium.

Lorsque la décoloration est presque complète, on ajoute quelques gouttes de solution d'amidon, et l'on continue à verser l'hyposulfite goutte à goutte, jusqu'à complète décoloration.

Exemple; employé pour la décoloration 35 cm³ 8 d'hyposulfite.

$0{,}01278 \times 35{,}8 = 0{,}4573$ (iode en excès).

20 centimètres cubes de la liqueur d'iode = gr. 0,884.

$0{,}884 - 0{,}4573 = 0{,}4367$ (iode absorbé).

$\frac{0{,}4267}{0{,}5} = \frac{x}{100}$: d'où $x =$ gr. 83,34 d'iode,

absorbé pour 100 grammes d'acides gras, soit, pour 100 grammes d'huile neutre, $83{,}34 \times 0{,}955 = 79{,}59$. (Indice d'iode).

Huiles comestibles. — On peut trouver tout à fait exceptionnellement 79 comme indice d'iode et, dans les chiffres élevés, jusqu'à 88, mais les limites ordinaires sont comprises entre 83 et 85, la moyenne étant de 84.

Le procédé donne de bons résultats pour la recherche de l'huile d'œillette, qui absorbe 133 au lieu de 84 (différence = 49), soit une augmentation de 4,9 en plus pour une addition de 10 p. 100. L'écart ne sera plus que de 24 pour l'huile de coton (indice = 108), 20 pour l'huile de sésame (indice = 104), 13 seulement pour l'arachide (indice = 97).

Une huile d'olive dont l'indice d'iode égale 83 nous donnera, additionnée de 20 p. 100 d'arachide, 85,6.

Ce qui a été dit dans les discussions précédentes s'applique

également à l'indice d'iode, et une huile d'olive dont l'indice d'iode dépasse 88 doit par ce fait seul être considérée comme suspecte. Mais une huile ayant un indice d'iode compris dans les limites indiquées peut être adultérée et contenir même une certaine proportion d'huile d'arachide.

Huiles industrielles. — Les limites sont à peu près les mêmes, bien que le maximum doive être également augmenté et porté à 89, la moyenne restant la même.

Ces variations s'expliquent facilement, surtout pour les huiles rectifiées dans l'industrie, puisque l'action des hydrates alcalins en solution concentrée dédouble les corps non saturés de la série oléique en acides de la série saturée.

On observe donc assez fréquemment, dans l'analyse des huiles industrielles, des variations anormales de l'indice d'iode, et en général du pouvoir absorbant de ces huiles vis-à-vis de l'hydrogène, du brome, du chlore et de l'iode.

Toutefois, une huile industrielle dont l'indice d'iode se trouve rapproché du maximum doit être examinée avec attention ; une huile la dépassant est presque certainement adultérée.

Conclusions. — Sans vouloir attacher à l'indice d'iode une valeur plus grande que celle qu'il a en réalité, il convient de dire que ce procédé repose sur des bases scientifiques. Conduit avec précaution, il sera de nature à éclairer grandement les résultats et à assurer l'analyse quantitative d'un mélange d'huiles connu.

Les résultats variables qu'il fournit pour une même huile le rendent peu sensible dans la détermination des mélanges de 5 à 10 p. 100. Il est facile de s'en rendre compte en consultant le tableau suivant :

Indice d'iode d'huiles d'olive de provenances diverses.

Noms des pays et régions	Huiles comestibles			Huiles industrielles		
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Bouches-du-Rhône.....	80.0	86.0	84.0	80.0	87.0	84.5
Bouches-du-Rhône (extraite au laboratoire)	»	»	84.0	»	»	84.1
Var..................	80.1	87.0	83.5	80.0	87.2	84.0
Nice.................	80.0	86.0	84.2	80.2	86.8	84.3
Gard.................	80.1	86.5	83.8	80.0	87.0	84.0
Vaucluse.............	81.0	86.3	84.1	80.1	87.2	84.4
Corse................	82.0	86.0	83.6	81.0	87.1	83.7
Tunis................	79.2	88.0	84.5	79.0	89.0	84.9
Tunis (extraite au laboratoire	»	»	84.3	»	»	84.7
Algérie..............	80.0	87.0	84.1	79.8	87.5	84.5
Maroc................	80.1	87.2	84.4	80.0	87.8	84.6
Bari.................	81.0	86.0	83.9	80.5	86.7	84.1
Toscane..............	81.0	85.8	83.7	80.7	88.0	84.0
Rivière de Gênes......	80.4	86.7	84.0	80.1	87.6	83.6
Sicile...............	80.2	85.9	84.0	80.0	86.8	84.1
Espagne..............	80.2	87.0	83.8	80.0	87.5	84.2
Portugal.............	80.5	86.5	84.1	80.2	87.6	84.1
Grèce................	80.1	86.9	84.3	79.8	86.9	84.4
Turquie..............	80.5	86.0	84.1	80.1	86.7	84.2
Levant...............	80.7	86.8	83.5	80.2	87.0	84.0

Huiles d'olive prélevées officiellement en Tunisie par M. Ernest Milliau

HUILES COMESTIBLES

Provenances	Indice d'iode
Madiah..................................	84.2
Sousse..................................	81.7
Monastir................................	83.0
Sousse..................................	84.3

Madiah	82.7
Sousse	83.2
Monastir	84.1
El ala	82.7
Soliman	81.4
Soliman	82.1
Tébourka	83.8
Tunis et Soliman	85.2
Zaghouan	83.9
Tunis	83.5
Soliman et Menzel	83.9

HUILES INDUSTRIELLES

Sousse	80.0
Sousse	89.0
Tunis	87.0
Bizerte	85.0
Soliman	79.8
Zaghouan	84,0

CONGÉLATION

Le point de congélation est facile à déterminer en plongeant un tube à essai contenant l'huile à examiner dans de l'eau qu'on refroidit progressivement en ajoutant des morceaux de glace. Si l'huile ne se congèle pas, même après avoir été maintenue pendant un laps de temps suffisant à la température de la glace fondante, on plonge successivement le tube dans des mélanges réfrigérants dont la température s'abaisse graduellement. On note le point de solidification à l'aide d'un thermomètre de précision gradué en dixièmes.

Huiles comestibles. — Le point de congélation pour les huiles d'olive comestibles se trouve généralement compris entre 0° et + 4°. On remarque une différence entre la congélation naturelle de l'huile en hiver par l'action progressive du froid et celle obtenue artificiellement au laboratoire. On ne doit attacher une importance réelle à cette observation que lorsque

le point de congélation se trouve très éloigné des points extrêmes que nous venons d'indiquer.

Il sera surtout utile pour reconnaître l'œillette, qui se solidifie à — 18°. Le coton se congèle en moyenne à — 12°, l'huile de sésame à — 5°.

Huiles industrielles. — Les variations dans le point de congélation sont encore plus considérables pour ces huiles, qui peuvent avoir été rectifiées et oxydées, ou bien encore fractionnées. Fréquemment, en effet, les fabricants d'huile laissent reposer les huiles industrielles et les séparent ensuite en deux ou plusieurs parties : la partie supérieure qui comprend les huiles fluides ou limpides, riches en oléine, la partie moyenne, huile mixte, et enfin le fond, l'huile pâteuse, riche en matières grasses concrètes. Il est facile de comprendre que ces divers produits donnent des points de congélation différents. On rencontre des huiles d'olive encore pâteuses à + 20°, et d'autres qui se maintiennent liquides jusqu'à — 8°. On voit donc quelle circonspection il faut apporter dans cette détermination physique.

Elle sera utile pour la recherche des huiles de ricin, lin et noix, dont les points de congélation sont respectivement égaux à — 18 degrés, — 27°5, — 30 degrés.

Conclusions. — Les résultats obtenus, déjà douteux pour les huiles comestibles, deviennent tout à fait incertains pour les industrielles, à moins d'obtenir des points de congélation réellement très bas.

Huiles d'olive de provenances diverses.

Noms des pays et régions	Huiles comestibles et industrielles.
Bouches-du-Rhône	+ 2°
Bouches-du-Rhône (extraite au laboratoire)	+ 2
Var	+ 3
Nice	+ 3

Gard	+ 1
Vaucluse	+ 2
Corse	+ 2
Tunis	+ 4
Tunis (extraite au laboratoire)	+ 3
Algérie	+ 8
Maroc	+ 3
Bari	+ 2
Toscane	+ 1
Rivière de Gènes	+ 1
Sicile	+ 2
Espagne	+ 2
Portugal	+ 3
Grèce	+ 2
Turquie	+ 2
Levant	+ 2

Huiles d'olive prélevées officiellement en Tunisie par M. Ernest Milliau.

HUILES COMESTIBLES.

Provenances.	Congélation.
Mahdia	+ 4°
Sousse	+ 5
Monastir	+ 4
Sousse	+ 3
Mahdia	+ 4
Sousse	+ 4
Monastir	+ 1
El ala	+ 0
Soliman	+ 3
Soliman	+ 2
Tébourka	+ 1
Tunis et Soliman	+ 0
Zaghouan	+ 1
Tunis	+ 1
Soliman et Menzel	+ 3

HUILES INDUSTRIELLES.

Sousse	+ 6°
Sousse	+ 2
Tunis	+ 1

Bizerte	+ 0
Soliman	+ 1
Zaghouan	+ 8

POINTS DE FUSION DES ACIDES GRAS.

On introduit dans un tube fin, étiré et bombé à un bout, les acides gras fondus et déshydratés. On fixe le tube au réservoir d'un thermomètre sensible, et on plonge le tout dans un vase contenant de l'eau dont on élève lentement la température. On note le degré thermométrique au moment où le corps passe de l'état solide à l'état liquide.

Huiles comestibles. — Le point de fusion des acides gras des huiles comestibles se trouve compris entre 23 et 27 degrés. Toutes les considérations qui nous ont servi de base dans la discussion du point de congélation peuvent s'appliquer au point de fusion.

Huiles industrielles. — Les écarts que nous avons constatés dans les points de congélation se retrouveront dans les points de fusion.

Conclusions. — Elles se rapprochent sensiblement de celles que nous avons exposées en parlant du point de congélation.

Huiles d'olive de provenances diverses.

Noms des pays et régions.	Huiles comestibles et industrielles.
Bouches-du-Rhône	24.5
Bouches-du-Rhône (extraite au laboratoire)	24.5
Var	25.0
Nice	24.5
Gard	24.0
Vaucluse	24.0
Corse	24.5
Tunis	26.0

Tunis (extraite au laboratoire)	25.5
Algérie	24.0
Maroc	24.0
Bari	24.5
Toscane	24.0
Rivière de Gênes	24.0
Sicile	24.5
Espagne	24.0
Portugal	24.5
Grèce	25.0
Turquie	24.5
Levant	24.5

Huiles d'olive prélevées officiellement en Tunisie par M. Ernest Milliau.

HUILES COMESTIBLES.

Provenances.	Fusion.
Mahdia	26.5
Sousse	27.0
Monastir	26.0
Sousse	25.5
Mahdia	26.0
Sousse	26.5
Monastir	25.5
El ala	24.0
Soliman	26.5
Soliman	26.0
Tébourka	25.5
Tunis et Soliman	25.0
Zaghouan	25,5
Tunis	24.0
Soliman et Menzel	26.5

HUILES INDUSTRIELLES.

Sousse	28.0
Sousse	27.0
Tunis	25.5
Bizerte	26.0
Soliman	26.5
Zaghouan	27.0

POINTS DE SOLIDIFICATION DES ACIDES GRAS.

On verse les acides gras fondus et déshydratés dans un tube de 15 centimètres de long et 2 centimètres de diamètre, on suspend le tube dans un flacon à l'aide d'un bouchon et l'on introduit dans les acides un thermomètre gradué par dixièmes, le réservoir placé au centre de la matière chaude et liquide. Au moment où la solidification s'opère à la fois dans la partie basse et dans la partie supérieure du tube, on imprime au thermomètre un mouvement circulaire à travers toute la masse; le thermomètre est ensuite laissé au repos, et l'on suit attentivement la remonte de la colonne mercurielle, jusqu'au moment où celle-ci s'arrête. Ce point d'arrêt représente le point de solidification conventionnellement adopté.

Huiles comestibles. — Le point de solidification est compris entre 21 et 25 degrés.

Huiles industrielles. — Avec les huiles industrielles, il est situé entre 20 et 28 degrés.

Conclusions. — La détermination du point de solidification peut être une indication utile dans la recherche des huiles dont les acides gras se solidifient, soit à très basse température : ricin, faîne, ravison, soit à une température plus élevée : arachide, coton, huiles concrètes, etc.

Huiles d'olive de provenances diverses.

Noms des pays et régions.	Huiles comestibles et industrielles.
Bouches-du-Rhône	22.5
Bouches-du-Rhône (extraite au laboratoire)	23.0
Var	24.0
Nice	23.5
Gard	23.5
Vaucluse	22.5

Corse	23.0
Tunis	24.5
Tunis (extraite au laboratoire)	24.0
Algérie	23.0
Maroc	22.5
Bari	23.0
Toscane	23.0
Rivière de Gênes	22.0
Sicile	22.5
Espagne	22.0
Portugal	23.5
Grèce	23.5
Turquie	23.0
Levant	23.0

Acides gras des huiles d'olive de Tunisie.

HUILES COMESTIBLES.

Provenances.	Solidification.
Mahdia	24.5
Sousse	25.0
Monastir	24.0
Sousse	23.5
Mahdia	24.0
Sousse	24.5
Monastir	23.5
El ala	22.5
Soliman	24.5
Soliman	24.0
Tébourka	23.5
Tunis et Soliman	24.0
Zaghouan	23.5
Tunis	23.0
Soliman et Menzel	25.0

HUILES INDUSTRIELLES.

Sousse	26.5
Sousse	26.0
Tunis	24.0
Bizerte	24.5
Soliman	24.5
Zaghouan	25.5

SATURATION DES ACIDES GRAS.

La quantité de soude absorbée par les acides gras fixes est d'autant plus forte que leur poids moléculaire est moins élevé.

Pour faire cette détermination, it suffit de saturer 5 grammes d'acides gras déshydratés (préparés comme il a été dit plus haut par une liqueur normale de soude caustique, 31 gr. Na^2O pour 1.000 centimètres cubes d'eau).

Les acides gras sont dissous dans l'alcool et l'on se sert de la phénolphtaléine comme indicateur.

Il est bon, pour éviter toute erreur, de verser au préalable dans l'alcool un nombre suffisant de gouttes de liqueur de soude caustiqne, pour faire virer la phénolphtaléine au rose à peine perceptible. On immerge ensuite dans le liquide les acides gras pesés et placés dans une petite capsule en verre ou en porcelaine, et l'on titre.

Huiles comestibles. — On trouve pour les huiles comestibles de 17.5 à 17.8 centimètres cubes.

Huiles industrielles. — Les huiles industrielles peuvent présenter des écarts un peu plus grands, dus aux phénomènes d'oxydation. La molécule oxydée contenant un plus grand nombre d'atomes d'oxygène absorbera, à poids égal, une plus faible proportion de soude.

Il en est de même des huiles rectifiées dans l'industrie à cause des modifications qu'elles ont éprouvées par l'action de la soude caustique concentrée.

Conclusions. — Cette détermination, qui ne nous sera d'aucun secours pour la recherche des huiles d'arachide, de sésame ou de coton, la saturation étant sensiblement la même pour toutes, pourra donner d'utiles indications au cas où des huiles d'olive à graissage se trouveraient adultérées, soit par certaines huiles concrètes (24,1 coprah, 22,5 palmiste, au lieu

de 17,7 olive), soit par des huiles minérales, soit enfin par des huiles de résine, sur lesquelles la soude caustique est sans action.

Huiles d'olive de provenances diverses.

Noms des pays et régions.	Huiles comestibles et industrielles.
Bouches-du-Rhône	17.8
Bouches-du Rhône (extraite au laboratoire)	17.7
Var	17.6
Nice	17.6
Gard	17.5
Vaucluse	17.7
Corse	17.6
Tunis	17.7
Tunis (extraite au laboratoire)	17.8
Algérie	17.7
Maroc	17.4
Bari	17.6
Toscane	17.6
Rivière de Gênes	17.7
Sicile	17.5
Espagne	17.7
Portugal	17.8
Grèce	17.5
Turquie	17.7
Levant	17.6

Huiles d'olive prélevées officiellement en Tunisie par M. Ernest Milliau.

HUILES COMESTIBLES.

Provenances.	Saturation.
Mahdia	17·7
Sousse	17.8
Monastir	17.5
Sousse	17.6
Mahdia	17.5
Sousse	17.7

Monastir	17.8
El ala	17.8
Soliman	17.4
Soliman	17.7
Tébourka	17.7
Tunis et Soliman	17.6
Zaghouan	17.5
Tunis	17.7
Soliman et Menzel	17.7

HUILES INDUSTRIELLES

Sousse	17.8
Sousse	17.7
Tunis	17.5
Bizerte	17.6
Soliman	17.7
Zaghouan	17.6

SOLUBILITÉ DES HUILES DANS L'ALCOOL ABSOLU.

Nombre de grammes d'huile neutre dissous dans 1.000 grammes d'alcool absolu.

La matière grasse est débarrassée de ses acides libres en l'agitant pendant une demi-heure environ avec deux fois son poids d'alcool à 95 degrés. On laisse reposer, on soutire, et, après trois lavages à l'eau distillée, on chauffe l'huile au bain-marie jusqu'à poids constant. On l'agite ensuite avec deux fois son poids d'alcool absolu. On évapore un poids déterminé de cet alcool, on pèse le résidu jusqu'à poids invariable et l'on calcule la quantité proportionnelle d'huile que dissoudraient 1.000 gr. d'alcool.

Huiles comestibles. — La solubilité des huiles comestibles se trouve comprise entre 43 p. 1.000 et 47 p. 1.000.

Huiles industrielles. — Celle des huiles industrielles est entre 40 p. 1.000 et 50 p. 1.000.

Conclusions. Cette détermination permet de retrouver les matières solubles dans l'alcool : ricin, résine, etc.

Huiles d'olive de provenances diverses.

Noms des pays et régions.	Huiles comestibles et industrielles.
Bouches-du-Rhône	43
Bouches-du-Rhône (extraite au laboratoire)	43
Var	44
Nice	43
Gard	45
Vaucluse	47
Corse	42
Tunis	46
Tunis (extraite au laboratoire)	47
Algérie	43
Maroc	45
Bari	47
Toscane	49
Rivière de Gênes	43
Sicile	48
Espagne	41
Portugal	47
Grèce	43
Turquie	41
Levant	45

Huiles d'olive prélevées officiellement en Tunisie par M. Ernest Milliau.

HUILES COMESTIBLES.

Provenances.	Solubilités.
Mahdia	40.3
Sousse	44.5
Monastir	43.5
Sousse	46.0
Mahdia	47.0
Sousse	48.0

Monastir	46.5
El ala	47.0
Soliman	48.5
Soliman	45.0
Tébourka	48.0
Tunis et Soliman	46.5
Zaghouan	47.0
Tunis	44.0
Soliman et Menzel	45.0

HUILES INDUSTRIELLES

Sousse	49.0
Sousse	50.0
Tunis	45.0
Bizerte	47.0
Soliman	44.0
Zaghouan	45.0

CHAPITRE II

Recherche des huiles de graines dans les huiles d'olives.

I. Dans les huiles comestibles

Les caractères des huiles d'olive de diverses provenances étant définis par les considérations qui précèdent, les limites entre lesquelles les diverses réactions se manifestent étant fixées, il convient d'aborder l'étude des moyens de reconnaître la falsification des huiles d'olive avec des huiles étrangères.

Après avoir passé en revue les caractères généraux de ces dernières huiles, on décrira les réactions qui permettent d'en reconnaître la présence.

RECHERCHE DE L'HUILE D'ARACHIDE

L'huile d'arachide de bonne qualité est douce et possède une légère saveur de noisette et une odeur agréable ; aussi est-elle très usitée dans le coupage des huiles d'olive.

C'est certainement une des huiles les plus difficiles à reconnaître lorsqu'elle est introduite en faibles proportions dans l'huile d'olive.

L'acide arachidique qui la caractérise représente à peine 5 p. 100 du poids total des acides gras.

Donc, en opérant sur 10 grammes d'huile d'olive contenant 10 p. 100 d'arachide, on trouvera seulement, en ne tenant pas

compte des pertes inévitables, 5 centigrammes d'acide arachidique, dont il faudra prendre exactement le point de fusion.

Propriétés. — 1° Densité à + 15° : huile d'arachides en coque, 0,9185 ; huile d'arachides décortiquées, 0,921 ; acides gras, 0,9024 ;

2° Action des vapeurs nitreuses : pas de solidification, couleur rouge noirâtre ;

3° Saponification sulfurique : absolue, 46° ; relative, 127° ;

4° Indice d'iode : 97 ;

5° Congélation de l'huile : — 1° ;

6° Fusion des acides gras : 31° ;

7° Solidification des acides gras : 28° ;

8° Saturation : 17,82 ;

9° Solubilité dans l'alcool absolu : 66 p. 1000.

Acide arachidique. — Indépendamment des caractères ci-dessus indiqués, le procédé le plus sûr pour reconnaître l'arachide consiste à isoler l'acide arachidique.

Voici comment on opère dans le cas d'une huile suspecte de mélange avec de l'huile d'arachide. On saponifie 10 grammes d'huile par les moyens indiqués, et, lorsque tout l'alcool a été chassé, on rend le savon insoluble par une addition de 100 centimètres cubes d'eau salée (chlorure de sodium pur) à 18° B.

Après refroidissement, on soutire la lessive sous-jacente, on lave encore une fois avec la même quantité d'eau salée et, après deuxième élimination, on dissout à chaud, dans l'eau distillée, la masse savonneuse purifiée.

D'autre part, on fait dissoudre dans une fiole de Bohême de 500 centimètres cubes, 10 grammes d'acétate de plomb neutre et pur dans 250 centimètres cubes d'eau distillée, on verse lentement et en agitant sans cesse la masse savonneuse dans cette solution pour précipiter le savon plombique ; on refroidit sous l'eau courante en donnant au flacon incliné un mouvement de rotation qui fixe le précipité sur les côtés.

Quand le flacon est parfaitement froid, on décante le liquide limpide, et l'on s'assure, par un essai à l'acétate de plomb,

qu'il ne contient plus de savon. On lave rapidement le précipité à l'eau bouillante, et, quand le lavage est terminé, on décante une dernière fois, on rince avec de l'alcool et l'on ajoute 150 centimètres cubes d'éther redistillé à 66° B.

On fixe le flacon dans un condenseur à reflux, et l'on fait bouillir jusqu'à ce que tout l'oléate de plomb soit dissous, et que la portion insoluble soit en poudre impalpable. On refroidit à 15° par les moyens qui viennent d'être indiqués, et l'on s'assure que le refroidissement est bien complet, l'éther dissolvant partiellement à chaud les sels de plomb à acides gras concrets. On répète deux fois cette opération avec 100 centimètres cubes d'éther par lavage.

Pour décanter facilement, il suffit de placer le flacon d'Erlenmeyer sur un valet avec une inclinaison suffisante.

Après avoir décanté une dernière fois l'éther, on verse de l'eau distillée et 50 centimètres cubes d'acide chlorhydrique pur, de façon à remplir à peu près le flacon. On chauffe jusqu'au moment où la décomposition est complète. On refroidit à la température de 8 à 10° ; les acides gras réunis à la partie supérieure et rétrécie du flacon se solidifient complètement et forment un petit gâteau dur.

On peut alors facilement décanter les eaux de lavage, laver une première fois avec de l'eau légèrement acidulée et trois fois ensuite avec de l'eau distillée, afin d'enlever toute trace de chlorure de plomb.

Les acides gras placés dans une petite capsule sont mis à l'étuve à 105° C. pour chasser l'humidité. Après refroidissement, le gâteau d'acides concrets doit être assez dur, car s'il était mou, il contiendrait encore de l'acide oléique, qui empêche, même en faible proportion, la cristallisation de l'acide arachidique.

On dissout la masse placée dans un flacon, dans 20 centimètres cubes d'alcool à 90°, on y ajoute une goutte d'acide chlorhydrique et l'on refroidit à + 15° C.

Si l'huile d'olive est pure, après refroidissement la masse

reste généralement limpide; si elle contient de l'huile d'arachide, elle laisse déposer d'abondants cristaux d'acide arachidique. On fait alors deux lavages avec 20 centimètres cubes chaque fois d'alcool à 90°, puis trois lavages avec 20 centimètres cubes chaque fois d'alcool à 70°, dans lequel l'acide arachidique est complètement insoluble. Le lavage est terminé lorsque quelques gouttes évaporées ne laissent plus de résidu.

On chauffe alors légèrement et l'on traite par l'alccol absolu et bouillant.

Après filtration, on porte la solution alcoolique à l'étuve à 100° C. jusqu'au moment où le poids reste invariable.

On détermine alors le point de fusion de l'acide par le procédé indiqué à l'article *Fusion*. Pour obtenir le point de fusion réel (74° C.), il faudrait faire encore une ou deux cristallisations; mais il est parfaitement suffisant de constater que le point de fusion du résidu dépasse 70° C. pour être certain qu'on se trouve en présence de l'acide arachidique.

On peut déterminer quantitativement le mélange, sachant que l'huile d'arachide pure contient 4,5 p. 100 d'acide arachidique.

En résumé, voici les caractères permettant de reconnaître l'huile d'arachide dans l'huile d'olive :

1° L'action des vapeurs nitreuses (Cailletet) ne donne pas une solidification nette;

2° La densité, l'indice d'iode et la saponification sulfurique sont plus élevés;

3° On constate la présence de l'acide arachidique, qui est caractéristique.

RECHERCHE DE L'HUILE DE COTON

L'huile de coton extraite de la graine du cotonnier d'Amérique ou d'Egypte a envahi depuis quelques années le marché européen. Par son odeur et sa saveur presque nulles, elle cons-

titue un produit d'addition de premier ordre, et est employée fréquemment pour cet usage dans l'adultération des huiles d'olive, du beurre (margarine de coton) et du saindoux.

On peut aujourd'hui retrouver facilement cette huile, dont la recherche dans les matières grasses paraissait naguère impossible.

Propriétés. — 1° Densité à 15° C : huile, 0,922 ; acides gras, 0,9097 ;

2° Action des vapeurs nitreuses : pas de solidification ;

3° Saponification sulfurique : absolue, 52 ; relative, 144 ;

4° Indice d'iode : 105 ;

5° Point de congélation : démargariné — 8° ; non démargarinés + 1°5 ;

6° Fusion des acides gras : 36 à 37° ;

7° Solidification des acides gras : 35° ;

8° Saturation : 17,18 ;

9° Solubilité dans l'alcool absolu : 62 p. 1000.

Réaction caractéristique. — Outre ces caractères dont quelques-uns permettont de soupçonner la présence de l'huile de coton dans l'huile d'olive, il y a une réaction caractéristique sur laquelle on doit surtout s'appuyer.

Pour cette dernière, deux méthodes ont été proposées, l'une par M. Becchi, et l'autre par M. Milliau.

Ces procédés, qui offrent une certaine analogie à première vue et paraissent basés sur la même réaction, diffèrent notablement, et comme précision et comme sensibilité.

Le procédé de M. Becchi, dans lequel l'azotate d'argent réagit directement sur les huiles, a l'inconvénient de pouvoir faire rejeter comme falsifiés des produits absolument purs.

Il résulte, en effet, des expériences faites à l'Institut national agronomique, ainsi que dans divers laboratoires, que ce procédé donne des indices de falsification, même avec certaines huiles d'olive dent la pureté ne peut être mise en doute.

Il suffit d'ailleurs de se reporter à ce qui a été dit au sujet de l'oxydation pour prévoir ce résultat, puisqu'on a constaté que,

dans certains cas, il était difficile de purifier la matière grasse de toute impureté, même en opérant sur les produits de saponification dérivant de l'huile préalablement rectifiée.

Indépendamment des éléments qui se forment par oxydation, pour se dédoubler à leur tour en produits nouveaux, de plus en plus oxydés, depuis l'acide oxyoléique, jusqu'aux acides acétique, formique et carbonique, n'a-t-on pas vu toutes les difficultés que présente, dans certains cas, l'élimination d'autres produits, tels que le soufre, le fer, etc.

Traitées par le procédé Milliau, procédé dans lequel on fait agir l'azotate d'argent, non pas sur l'huile elle-même, mais sur les produits de saponification qui en dérivent, les huiles d'olive additionnées de coton donnent une coloration noire caractéristique ; les huiles d'olive pures, quelle que soit leur provenance, ne donnent aucune réaction. C'est donc à ce dernier procédé qu'il faut avoir recours.

Mode opératoire. — Dans une capsule en porcelaine de 250 centimètres cubes on chauffe 15 centimètres cubes de l'huile à analyser, jusqu'à 110° environ ; on verse alors lentement un mélange de 10 centimètres cubes d'une solution de soude caustique à 36° B. et de 10 centimètres cubes d'alçool à 90°. Dès que la masse en ébullition est devenue limpide et homogène, on ajoute 150 centimètres cubes d'eau distillée chaude, et l'on continue à chauffer pour chasser l'alcool.

On déplace alors les acides gras par de l'acide sulfurique au dixième, jusqu'à très légère réaction acide. Dès que la séparation est complète, on recueille à l'aide d'une petite cuiller de platine ou d'argent, d'une contenance de 6 à 7 centimètres cubes, même quantité d'acides gras émulsionnés *non fondus* (précaution très importante, les produits aldéhydiques de l'huile de coton étant solubles dans l'eau). On verse les acides gras pâteux dans un tube à essai de 2,5 centimètres de diamètre et de 9 centimètres de long. On les lave trois fois, chaque fois avec 10 centimètres cubes d'eau distillée *froide*, on fait égoutter l'eau, en retenant le corps gras à l'aide de la cuiller ;

on ajoute alors 15 centimètres cubes d'alcool éthylique à 92°, on dissout les acides gras dans l'alcool par agitation, et l'on verse finalement 2 centimètres cubes d'une liqueur d'azotate d'argent à 3 p. 100. On place le tube à l'abri de la lumière dans le bain-marie indiqué plus haut on chauffe jusqu'à 90° C., on laisse évaporer environ le tiers de l'alcool, on le rem place par 10 centimètres cubes d'eau distillée chaude, et l'on continue à chauffer quelques instants.

On observe alors la coloration des acides insolubles qui surnagent : *La présence de l'huile de coton détermine un précipité d'argent métallique qui colore en noir les acides gras.*

Les produits de saponification de l'huile d'olive pure ne sont pas colorés par ce traitement, qui est assez sensible pour déceler nettement 2 à 3 p. 100 d'huile de coton.

Comme il a été dit plus haut, il est très important d'opérer sur les acides gras non fondus, car on constate que des lavages répétés éliminent tous les produits aldéhydiques qui déterminent la réaction. D'ailleurs, en exposant les acides gras hydratés de l'huile de coton à l'action d'une douce chaleur, on peut séparer la partie aqueuse et constater qu'elle donne elle-même le précipité caractéristique.

Lorsque la proportion d'huile de coton dépasse 15 p. 100 environ, la partie aqueuse, placée au-dessous des acides gras, se trouve elle-même colorée en jaune à la sortie du bain-marie.

La saponification préalable, appliquée à la recherche de la falsification des matières grasses, constitue une méthode nouvelle à laquelle on peut avoir recours en toute confiance dans l'analyse des huiles comestibles ou industrielles, car elle a pour effet non seulement de donner aux réactions une extrême sensibilité, mais aussi de les rendre plus nettes et plus précises.

Le traitement des acides gras ramène sensiblement toutes les huiles au même type, tout en opérant la meilleure des filtrations, et en éliminant diverses impuretés : matières mucilagineuses, glucosides, etc.

Toutefois, lorsqu'on obtient le précipité caractéristique, il est bon, par surcroît de précaution, de s'assurer que la coloration noire est bien due à la présence de l'huile de coton, en opérant une rectification faite comme il a été indiqué à l'article *Epuration*, car certaines huiles industrielles, et surtout celles de Tunisie, donnent quelquefois, si elles n'ont pas été épurées par les fabricants, une teinte grisâtre, qui pourrait laisser naître quelques doutes sur la pureté du produit.

Avec un mélange de 5 p. 100 d'huile de coton, la réaction est absolument caractéristique, et la partie liquide des acides gras qui surnage dans le tube est *fortement colorée.*

Il ne faut donc pas attacher une trop grande importance à la teinte légèrement grise que peuvent prendre quelquefois les acides concrets dans les parties exposées à l'air ou placées contre les parois du tube. Ce phénomène doit être attribué soit à l'action de la lumière, soit à une rectification imparfaite.

En résumé, la présence de l'huile de coton est indiquée dans l'huile d'olive :

1° Par l'action des vapeurs nitreuses qui ne donne pas une solidification nette ; 2° par l'indice d'iode qui est plus élevé ; 3° par la coloration caractéristique des acides gras avec le nitrate d'argent.

Expériences comparatives faites à l'Institut national agronomique :

Désignation.	Procédé Becchi — Matière grasse naturelle.	Procédé Milliau — Produits de saponification de la matière grasse rectifiée.
Huile d'olive pure, mise dans des fûts ayant contenu de l'huile de coton..........	Coloration nulle.	Réaction sensible.
Huile d'olive vierge (Aix) contenant 5 0/0 de coton extra à bouche...........	Coloration nulle.	Réaction très nette.
Même huile contenant 10 0/0 d'huile de coton..........	Coloration légère.	Réaction très nette.
Huile d'olive de ressence (Var) contenant 10 0/0 de coton....................	Coloration visible au bout d'une demi-heure.	Réaction très nette.
Huile d'olive pure d'Algérie, rapportée par M. Muntz..	Coloration foncée indiquant la présence du coton.	Réaction nulle.
Même huile filtrée avec soin, suivant les recommandations de M. Becchi.......	Coloration moins foncée, mais permettant de douter de la pureté.	Réaction nulle.
Huile d'olive pure (Var)....	Coloration très foncée.	Réaction nulle.

RECHERCHE DE L'HUILE DE SÉSAME

L'huile de sésame est employée comme huile alimentaire, soit pure, soit mélangée à l'huile d'olive; les qualités secondaires sont utilisées pour l'industrie.

L'huile comestible récemment préparée possède une saveur douce et agréable.

Elle a l'inconvénient de s'altérer très rapidement.

Propriétés. — 1° Densité à 15° C : 0,923 ; préparée à chaud,

0,924 ; sésame du Levant, 0,9265 ; acides gras, 0,9085 à 0,9095 ;

2° Action des vapeurs nitreuses : masse liquide ;

3° Saponification sulfurique absolue, 54 ; relative, 150 ;

4° Indice d'iode : 104.

5° Congélation : — 5° C. ;

6° Fusion des acides gras : 26° C. ;

7° Solidification des acides gras : 22° C. ;

8° Saturation : 17,70 ;

9° Solubilité dans l'alcool absolu : 41 p. 1000.

Réaction caractéristique. — La couleur rouge obtenue en traitant par l'acide chlorhydrique sucré les acides gras de l'huile neutralisée est caractéristique et permet de retrouver l'huile de sésame dans les autres huiles (procédé Camoin).

Avant les nouvelles recherches de M. Milliau, on opérait directement sur l'huile et l'on s'exposait ainsi aux plus regrettables erreurs ; certaines huiles d'olive parfaitement pures, d'Algérie, de Provence, de Molfetta, de Bitonto, donnèrent fréquemment la coloration rose ou rouge et furent rejetées comme falsifiées.

La Tunisie eut principalement à souffrir de l'imperfection de cette méthode. Elle vit, pendant de longues années, ses huiles rebutées, aussi bien par le commerce que dans les adjudications de l'Etat, toujours pour le même motif erroné.

En effet, sur un grand nombre d'échantillons d'huiles de Tunisie, d'origine et de pureté indiscutables, analysées avec les plus grands soins par la commission, la proportion des huiles ayant donné la réaction rose ou rouge s'est élevée à plus de 90 p. 100.

Cette teinte provient de la matière colorante dissoute dans la partie aqueuse qui s'écoule de la presse en même temps que l'huile. En traitant cette partie aqueuse par l'acide chlorhydrique sucré, on obtient une coloration rose ou rouge, identique en apparence à celle que donne l'huile de sésame.

Il est donc indispensable, quand on procède à cette recherche, d'opérer sur les produits de saponification, le traitement

direct sur l'huile ne devant être fait qu'à titre d'essai préliminaire. S'il ne donne aucune coloration rose ou rouge, on peut être assuré que l'échantillon analysé ne contient pas d'huile de sésame; si, au contraire, on obtient la réaction indiquée, on contrôle le résultat en procédant comme il est dit ci-dessous.

Une huile qui, après avoir donné la coloration rouge par le traitement direct, ne fournit plus les mêmes indications en opérant sur les acides gras, ne contient sûrement pas de l'huile de sésame.

Procédé Milliau. — On saponifie 15 centimètres cubes de la matière grasse à examiner, par 10 centimètres cubes d'une solution de soude caustique à 36° B. additionnés de 10 centimètres cubes d'alcool à 90°. Dès que la masse en ébullition est devenue limpide, on ajoute 200 centimètres cubes d'eau distillée chaude, on laisse bouillir pour chasser l'alcool, et l'on déplace les acides gras par l'acide sulfurique au dixième. On les recueille dès qu'ils montent à la surface, à l'état pâteux, on les lave en les agitant deux fois dans un tube à essai avec 15 centimètres cubes d'eau distillée froide, on égoutte, et l'on place les acides gras dans une étuve chauffée à 105°. Lorsque la majeure partie de l'eau est éliminée, et qu'ils commencent à fondre, on les verse sur leur demi-volume d'acide chlorhydrique pur, dans lequel on vient de dissoudre à froid et jusqu'à saturation du sucre blanc finement pulvérisé; on agite vivement le tube à essai.

La présence de l'huile de sésame est toujours nettement indiquée par la coloration rose ou rouge que prend la couche acide. Les autres huiles laissent l'acide incolore ou lui communiquent une teinte jaunâtre.

Cette réaction, d'une extrême sensibilité, permet de reconnaître sûrement la présence de l'huile de sésame dans l'huile d'olive.

Il est à remarquer que la matière colorante rouge de l'huile de sésame vire au jaune par l'action des alcalis et reprend sa couleur primitive sous l'action des acides.

En résumé, les caractères qui permettent de reconnaître la présence de l'huile de sésame dans l'huile d'olive sont les suivants :

1° Densité trop forte ;

2° Solidification imparfaite par le réactif Cailletet ;

3° Saponification sulfurique élevée ;

4° Indice d'iode dépassant le maximum admis :

5° Coloration caractéristique des acides gras en présence de l'acide chlorhydrique sucré.

RECHERCHE DE L'HUILE D'ŒILLETTE

L'huile d'œillette est d'un jaune d'or se décolorant rapidement par l'action de l'air et de la lumière.

Sa saveur est douce et agréable ; aussi servait-elle autrefois au coupage de l'huile d'olive.

Bien que cette adultération soit devenue plus rare, elle se présente encore quelquefois.

Les qualités secondaires sont utilisées dans l'industrie.

L'huile d'œillette est très siccative.

Propriétés. — 1° Densité à 15° C. : 0,925 ; acides gras, 0,9082 ;

2° Action des vapeurs nitreuses : pas de solidification ;

3° Saponification sulfurique : absolue, 80° ; relative, 222° ;

4° Indice d'iode : 133 ;

5° Congélation de l'huile : — 18° C. ;

6° Fusion des acides gras : 20°5 ;

7° Solidification des acides gras : 16° C. ;

8° Saturation : 18,13 ;

9° Solubilité dans l'alcool absolu : 45 p. 1.000.

Réactions caractéristiques. — L'huile d'olive additionnée d'huile d'œillette, même dans la proportion de 10 p. 100, ne se solidifie pas par l'action des vapeurs nitreuses.

L'indice d'iode de l'huile d'œillette étant très élevé, la moindre addition augmente considérablement l'indice d'iode de l'huile d'olive adultérée. A 10 p. 100, il atteint déjà ou dépasse 90°.

Le point de congélation de l'huile peut nous donner dans ce cas d'utiles indications, l'huile d'œillette ne se congelant qu'à — 18° C.

Les propriétés siccatives de l'œillette peuvent aussi être utilisées pour déceler sa présence dans un mélange.

RECHERCHE DE L'HUILE DE COLZA.

L'huile de colza possède une odeur légèrement piquante et une saveur spéciale qui la rendent peu apte à l'adultération des huiles d'olive comestibles.

C'est donc surtout au point de vue de la falsification des huiles d'olive industrielles qu'il convient de l'étudier.

On a constaté dans cette huile la présence du soufre, qu'on décèle généralement en saponifiant la matière grasse par la potasse caustique dans une capsule d'argent.

Cette dernière ne tarde pas à noircir si l'échantillon à examiner contient de l'huile de colza.

Il est à remarquer que certaines huiles de colza ne donnent pas cette réaction, surtout lorsqu'elles ont été épurées par la soude caustique, et que d'autre part on peut rencontrer, suivant les provenances, des huiles d'olive pures contenant des traces de soufre et communiquant par ce traitement une teinte brunâtre à la capsule. C'est donc avec la plus grande circonspection qu'il faudra utiliser cette réaction, dont les résultats devront être contrôlés par d'autres caractères plus probants.

Propriétés. — 1° Densité à 15 degrés : huile, 0,9145, acides gras, 0,8988 ;

2° Action des vapeurs nitreuses : pas de solidification;

3° Saponification sulfurique : absolue, 48 degrés ; relative, 133 degrés ;

4° Indice d'iode : 99 ;

5° Congélation de l'huile : 6°, 5.

6° Fusion des acides gras : 17 degrés ;

7° Solidification des acides gras : 16 degrés ;

8° Saturation : 16,49 ;

9° Solubilité dans l'alcool absolu : 20 p. 1000.

Réactions caractéristiques. — Une solution potassique traitée à chaud par l'huile de colza non épurée noircit par l'acétate de plomb, et rougit par le nitro-cyanure de potassium.

Une spatule d'argent employée comme agitateur pendant la saponification à l'alcool, telle que nous l'avons indiquée, noircit très sensiblement lorsque l'huile d'olive contient de l'huile de colza. (L'huile d'olive pure donne quelquefois la même réaction, mais avec une intensité beaucoup plus faible. (Voir plus haut.)

L'action des vapeurs nitreuses, ainsi que les points de fusion et de solidification des acides gras, peuvent donner de bons indices dans la recherche de cette adultération.

§ 2. DANS LES HUILES INDUSTRIELLES,

Huile de lin.

L'huile de lin possède une odeur et une saveur spéciales, qui permettent de constater assez facilement sa présence.

Toutefois l'odeur de certaines huiles d'olives industrielles est tellement forte qu'elle peut masquer celle de l'huile de lin, si cette dernière n'entre pas en trop forte proportion dans le mélange.

Propriétés. — 1° Densité à 15° C : huile, 0,9325 ; acides gras, 0,9205 ;

2° Action des vapeurs : pas de solidification ;

3° Saponification sulfurique : absolue, 111 degrés ; relative, 306 degrés.

4° Indice d'iode : 155 ;

5° Congélation de l'huile : — 27°,5 C. ;

6° Fusion des acides gras : 23° C. ;

7° Solidification des acides gras : 21° C. ;

8° Saturation : 17,98 ;

9° Solubilité dans l'alcool absolu : 70 p. 1.000

Réactions caractéristiques. — L'huile de lin se reconnait aisément dans l'huile d'olive, sa densité étant très élevée, et la saponification sulfurique tellement intense que la masse déborde du verre. Même mélangée en faible proportion, elle empêche la solidification par l'action des vapeurs nitreuses ; de plus, son point de congélation est très bas et l'indice d'iode très élevé.

Huile de ricin.

L'huile de ricin, extraite à chaud par deuxième pression, peut quelquefois servir à l'adultération des huiles d'olive industrielles.

Propriétés. — 1° Densité à 15° C : huile, 0,965 ;

2° Action des vapeurs nitreuses : formation de ricinélaïdine ;

3° Saponification sulfurique : absolue, 40 degrés ; relative, 111 degrés ;

4° Indice d'iode : 84 ;

5° Congélation de l'huile : — 18° C. ;

6° Fusion des acides gras : 12° C. ;

7° Solidification des acides gras : 4° C. ;

8° Saturation : 16,77 ;

9° Solubilité dans l'alcool absolu : soluble en toutes proportions.

Réactions caractéristiques. — La densité, la solubilité dans l'alcool et l'acide acétique cristallisable, l'insolubilité dans l'éther de pétrole, la déviation du plan de polarisation, l'indice d'acétyle, la production de l'alcool octylique par la distillation de l'huile en présence de la soude caustique, avec formation d'acide sébacique, sont caractéristiques et permettent de retrouver facilement l'huile de ricin dans l'huile d'olive.

Procédé Milliau. — Lorsque l'huile d'olive, qui est soluble dans l'éther de pétrole, ne contient que de faibles proportions d'huile de ricin, on ne peut plus se servir de la température ordinaire du caractère d'insolubilité, la masse se dissolvant totalement.

Il suffit, pour provoquer l'insolubilité, de mélanger l'huile à examiner avec deux volumes d'éther de pétrole et de la soumettre, placée dans un tube à essai, à une température de — 16° C. (le mélange de sel marin et de glace pilée convient parfaitement à cette expérience).

Si l'huile contient du ricin, la masse se trouble ou se coagule au bout de quelques instants, et une partie de l'huile se sépare, tandis que l'huile pure reste limpide et en parfaite dissolution.

Ce phénomène est d'autant plus curieux à noter que le point de congélation de l'huile de ricin non additionnée d'éther de pétrole est beaucoup plus bas que dans la plupart des autres huiles.

Coprah et palmiste. — Cette falsification, excessivement rare, peut facilement se déceler par la densité, l'indice d'iode, la saturation et le procédé Milliau (solubilité des huiles de coprah et de palmiste dans l'alcool absolu, à la température de 31° C.).

Huiles animales. — Les huiles animales se reconnaîtraient aisément par leurs propriétés physiques et chimiques toutes différentes, et par la coloration brune qu'elles prennent sous l'action d'un courant de chlore.

Huile de poisson. — Odeur caractéristique, indice d'iode, présence de la cholesterine.

Huile de résine. — La densité élevée de l'huile de résine, la saturation (la liqueur de soude caustique est sans action), la déviation du plan de polarisation, l'insolubilité dans l'acide acétique cristallisable, la coloration pourpre caractéristique par le bichlorure d'étain fumant, permettent de retrouver rapidement l'huile de résine.

Acide oléique. — L'oléine du commerce peut être isolée par un simple traitement à l'alcool.

Huiles minérales. — Saturation (la liqueur de soude caustique est sans action sur l'huile minérale), densité, indice d'iode, etc.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Après avoir décrit les méthodes dans l'ordre qui doit être suivi, en séparant nettement les huiles à bouche des huiles industrielles ; après avoir rejeté les procédés reconnus défectueux, et qui ont porté jusqu'à présent un si grand préjudice au commerce des huiles, il convient d'entrer dans quelques considérations générales sur la marche à suivre par les experts dans les recherches analytiques et sur les conclusions qu'ils peuvent tirer de leurs résultats.

La densité, dont nous avons fait ressortir les avantages et les incertitudes, sera d'abord déterminée. On étudiera ensuite l'action des vapeurs nitreuses, au point de vue de la coloration et de la solidification, en attribuant plus de valeur à cette dernière observation. La saponification sulfurique et la détermination de l'indice d'iode viendront après. Le point de congéla-

tion de l'huile peut servir exceptionnellement, lorsqu'il est très bas, comme cela arrive avec l'addition de certaines huiles : œillette, lin, etc. Exceptionnellement aussi, les points de fusion et de solidification des acides gras donneront des indications utiles.

Lorsque les autres réactions auront été suffisamment nettes, la congélation de l'huile, la fusion et la solidification des acides gras deviendront inutiles, de même que la saturation, par la liqueur normale de soude caustique.

Ce n'est que dans le cas de mélanges spéciaux, uniquement employés pour les huiles industrielles, que la solubilité dans l'alcool absolu donnera de bons résultats.

Il est extrêmement rare, et l'on peut, par conséquent, écarter cette hypothèse, de trouver des huiles d'olive, même industrielles, donnant des résultats négatifs par les procédés généraux que nous venons de décrire, et n'accusant, à l'aide des réactifs spéciaux qui permettent de caractériser les huiles de graines, la présence d'aucune de ces dernières quand elles existent. Ce qui est plus fréquent, c'est de trouver, surtout dans les huiles industrielles, un ou deux caractères anormaux ; une huile d'olive peut avoir, par exemple, une densité ou plus faible ou plus forte que la moyenne, ou bien un indice d'iode quelque peu différent des résultats habituels, ou bien encore soit un point de congélation très bas, soit une solidification très imparfaite, sans être pour cela adultérée.

Aussi, la commission a-t-elle jugé utile et indispensable de fixer pour chaque caractère spécifique, non point une moyenne de tous les résultats obtenus, mais bien un maximum et un minimum, calculés de la manière la plus large, de telle sorte que lorsqu'une huile sortira, ne serait-ce que dans un seul des essais caractéristiques, des limites indiquées, elle devra, par ce fait même, être écartée.

Mais il ne découlera pas nécessairement de ce principe qu'une huile ayant donné des résultats compris dans les limites indiquées sera forcément pure, puisqu'il a été démontré, pour

ne citer qu'un exemple, qu'avec un mélange à 10 p. 100 d'huile de sésame, de coton ou d'arachide, on pouvait obtenir, dans l'emploi des procédés généraux, des résultats analytiques ne s'éloignant pas sensiblement des moyennes indiquées pour les huiles pures. Il faut alors recourir aux recherches spéciales.

Ainsi donc, une huile sera déclarée pure :

1° *Lorsqu'elle n'aura dépassé aucune des limites indiquées dans les procédés généraux ;*

2° *Lorsqu'on constatera, à l'aide des réactifs spéciaux, l'absence de toutes les huiles de graines : arachide, coton, sésame, œillette, colza, et, en outre, pour les huiles industrielles : lin, ravison, ricin, etc.*

Les réactions qui caractérisent ces diverses huiles sont en général beaucoup plus sensibles et précises que celles qui appartiennent aux procédés généraux.

Une huile d'olive comestible ou industrielle, qui, après avoir été soumises aux rectifications voulues, donnera des acides gras colorant en rouge ou en rose bien net l'acide chlorhydrique additionné de sucre, contiendra certainement de l'huile de sésame. La coloration devra être absolument franche, et il ne faudra prêter aucune attention aux teintes jaunes plus ou moins foncées qu'on pourrait obtenir. L'expérience démontre, en effet, que les acides gras d'une huile d'olive contenant 5 p. 100 d'huile de sésame donnent par ce traitement une coloration franchement rouge.

Les mêmes remarques doivent être faites en ce qui concerne l'action de l'azotate d'argent sur les acides gras non fondus. Une addition de 5 p. 100 d'huile de coton donnera une coloration brunâtre très accentuée, et la partie liquide des acides gras se trouvera fortement colorée. Il serait erroné d'attribuer à la présence du coton la teinte légèrement grisâtre que l'on observe dans certains cas, et qui peut provenir soit de l'action de la lumière sur le sel d'argent, soit plus rarement de certaines impuretés difficiles à éliminer.

La présence de l'acide arachidique d'un point de fusion su-

périeur à 71° est également l'indice certain de l'addition d'huile d'arachide dans l'échantillon à examiner. On peut d'ailleurs, en opérant avec précaution, faire dans ce cas un dosage quantitatif qui permet d'apprécier l'importance du mélange.

Il ne faut pas oublier que les mélanges au-dessous de 5 à 10 p. 100 seraient tellement peu rémunérateurs qu'il n'y aurait aucun intérêt à les effectuer. Ce qui se présente quelquefois, c'est l'adultération dans la proportion de 12 à 15 p. 100, à l'aide d'un mélange, par parties égales, d'arachide, de sésame et de coton. Dans ce cas, la proportion de chaque huile additionnée ne s'élève pas, prise isolément, à plus de 4 à 5 p. 100.

Mais un pareil mélange ne saurait passer inaperçu, puisqu'il est possible de retrouver facilement même de plus faibles proportions des trois huiles indiquées, et qu'en outre les propriétés générales donneraient des résultats assez frappants. (Les réactions ne se contrarient pas et se produisent dans les mélanges comme si chaque huile était isolée.)

L'huile de colza sera facilement reconnue par les propriétés caractéristiques des crucifères, et aussi par l'indice d'iode, la saponification sulfurique, les points de fusion et de solidification des acides gras.

Dans les huiles à bouche présentant des caractères généraux anormaux sans qu'on y puisse constater la présence d'huiles ayant des réactions caractéristiques, telles que sésame, coton, arachide, mais possédant une densité élevée, ne se solidifiant pas par les vapeurs nitreuses, donnant une saponification sulfurique et un indice d'iode dépassant les limites extrêmes, un point de congélation bas, il y aura lieu de soupçonner une addition d'huile d'œillette.

Quant aux huiles industrielles additionnées d'huiles de lin, ricin, etc., leur impureté sera facilement constatée à l'aide des réactions indiquées.

Il est pourtant à remarquer qu'on peut, dans ces huiles, opérer de très faibles additions d'huiles de graines, afin seulement de leur donner le degré de fluidité voulu. Les huiles pro-

venant du fond des piles et, par suite, trop pâteuses, sont assez souvent l'objet de pareilles manipulations.

En résumé, dans l'état actuel de la science, on doit refuser, comme ne présentant pas tous les caractères physiques et chimiques de l'huile d'olive, toutes celles donnant à l'analyse, ne serait-ce que dans un seul essai, des résultats supérieurs ou inférieurs aux maxima et aux minima fixés plus haut.

Une huile qui, tout en restant dans les limites indiquées, se rapprochera sensiblement, par les résultats qu'elle aura fournis, soit du minimum, soit surtout du maximum, dans un ou plusieurs essais, devra être l'objet d'un examen approfondi, qui aura pour but de déterminer si ces caractères proviennent de l'huile elle-même ou d'une faible addition d'huile de graines.

Généralement les falsifications que ces divergences font soupçonner pourront être contrôlées par les réactions particulières.

Malgré toutes les précautions que nous venons d'indiquer, il peut se présenter quelques cas douteux sur lesquels il est délicat de se prononcer, même après une étude approfondie de la question. Ces cas exceptionnels, d'ailleurs fort rares, ne peuvent être appréciés que par des spécialistes ayant une grande habitude des délicates manipulations des corps gras.

Mais, dans l'immense majorité des vérifications, les méthodes qui viennent d'être décrites en détail permettront de reconnaître avec une netteté suffisante la pureté des huiles d'olive comestibles et industrielles.

Les résultats obtenus gagneront encore en précision si l'on opère comparativement avec des produits de même origine et de pureté certaine.

TABLE DES MATIÈRES
PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

Pages.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

R

T

V

W

BREVETS RÉCENTS RELATIFS AU RAFFINAGE DES HUILES

IMPRIMERIE F. DEVERDUN, BUZANÇAIS (INDRE)



CULTURE ET DISTILLATION
DE LA
Betterave et du Topinambour
d'après les progrès les plus récents

Par J. FRITSCH et GUILLEMIN

1 vol. in-12, relié percaline, avec 20 figures. . . . . 5 fr.

Extrait de la Table des Matières :

PREMIÈRE PARTIE : Culture et distillation de la betterave. I. La betterave. II. Culture de la betterave. III. La distillerie de betteraves IV. Fermentation des jus de betteraves. V. La distillation. VI. Résidus de la distillerie de betteraves. VII. Rectification des flegmes. VIII. Analyses des matières premières et contrôle du travail dans la distillerie de betteraves. — DEUXIÈME PARTIE : Culture et distillation du topinambour. I. Le topinambour, culture. II. Distillation du topinambour. Appendice. Travail continu dans la distillerie agricole.

A.-J. ZUNE

TRAITÉ D'ANALYSE CHIMIQUE, MICROGRAPHIQUE
ET MICROBIOLOGIQUE
DES
EAUX POTABLES

DEUXIÈME ÉDITION, revue et augmentée

Par Ed. BONJEAN

Chef du laboratoire du Comité d'hygiène de France

1 beau vol. in-8 br. avec 414 fig. et 2 pl. coloriées, hors texte, 1900. 10 fr.

Dr E. FLEURY

MANUEL D'HYDROLOGIE
(Eaux potables et Eaux minérales)

LA GÉOLOGIE APPLIQUÉE A L'HYDROLOGIE, LA CHIMIE ET LA PHYSIQUE DE L'EAU

1 volume in-12 avec figures, 1895. Broché, 2 fr. 50. Relié percaline. 3 fr.

CHATEAU (TH.). — **Guide pratique de la connaissance et de l'exploitation des corps gras industriels.** Contenant l'histoire des provenances, des modes d'extraction, des propriétés physiques et chimiques, du commerce des corps; des altérations et des falsifications dont ils sont l'objet, et des moyens anciens et nouveaux de reconnaître ces sophistications. 5e édition. 1 fort vol. in-12, br. 4 fr.

GOUILLON, Chimiste. — **Manuel méthodique de l'art du teinturier-dégraisseur.** Teinture, nettoyage, détachage, apprêts, travaux accessoires du teinturier, désinfection, recettes d'usines, organisation, matériel et produits. 3e édition refondue et augmentée. 1 vol. in-12 br. avec 120 fig. 1904. 4 fr. 50

JEAN (F.), directeur de laboratoires. — **Chimie analytique des matières grasses.** Méthodes d'essai et d'analyse des huiles, suifs, graisses, glycérines, huiles tournantes, beurres, cires, résines, etc., exemples d'analyses; rapports. 1 vol. gr. br. fig. 1892. 20 fr.

FONTENELLE (J. de), F. MALEPEYRE et A. DALICAN. — **Nouveau manuel complet du fabricant et de l'épurateur d'huiles végétales et animales.** Nouvelle édition refondue par N. Chryssochoïdès. 2 vol. in-18 br. avec 190 fig. 1902. 7 fr.

DUGAST (J.). — **L'industrie oléicole.** Fabrication de l'huile d'olive. 1 vol. in-12 broché avec figures. 2 fr. 50

MALEPEYRE (F.). — **Nouveau manuel complet du fabricant de bougies stéariques** et de bougies de paraffine, contenant la description des divers procédés qui ont été proposés et appliqués pour la fabrication des acides gras concrets, de l'acide oléique, de la glycérine, etc. Nouvelle édition par G. Petit. 2 vol. in-18 br., avec 179 fig. 1904. 8 fr.

ARCHBUTT (L.) et R. MOUNTFORD DEELEY. — **Le graissage et les lubrifiants.** Théorie et pratique du graissage; nature, propriétés et essai des lubrifiants. Traduit de l'anglais avec une annexe par G. Richard. 1 vol. gr. in-8 br. avec 236 fig. 1905. 20 fr.

TÊTEDOUX (P.) et G. FRANCHE. — **Le graissage industriel.** 1 vol. gr. in-8 br. avec 134 fig. 1904. 6 fr.

LOUBAT (J.). — **Du graissage.** 1re partie : Essai des lubrifiants. 1 vol. in-8 broché avec 65 fig. 1901. 4 fr. 50

ROSELEUR (A.). — **Manipulations hydroplastiques.** Guide pratique du doreur, de l'argenteur et du galvanoplaste. 6e édition revue et augmentée par E. Delval. 1 vol. in-8 br. avec 216 fig. 1892. 15 fr.

POZZI-ESCOT (E.). — **Nature des Diastases.** 1 vol. in-12 broché. 1903. 3 fr.

LOEW (Dr) et POZZI-ESCOT. — **L'Energie chimique primaire de la matière vivante**. 1 vol. in-12 broché 1904. 4 fr.

JEANCARD et SATIE. — **Abrégé de la chimie des Parfums**. 1 vol. in-12. Broché, 2 fr. 50. Relié percaline 3 fr.

JEAN (F.). — **Industrie des cuirs et peaux** 1 vol. in-12. Broché, 2 fr. 50. Relié percaline 3 fr.

BARILLOT. — **La distillation des bois**. 1 vol in-12 Broché, 2 fr. 50. Relié percaline 3 fr.

LABBÉ (H.). — **Essai des huiles essentielles**. 1 vol. in-12. Broché, 2 fr. 50. Relié percaline 3 fr.

LABONNE (Dr H.). — **Formulaire pratique des parfums et des fards**. 2e édition. 1 vol. in-8 broché avec fig. 1903. 4 fr.

HALPHEN (G.). — **Analyse des matières grasses**. 1 vol. in-12. Broché, 2 fr. 50. Relié percaline 3 fr.

MARCEL BOURDAIS

500
PROCÉDÉS MODERNES

à l'usage

DES HORLOGERS, BIJOUTIERS, ORFÈVRES, ETC.

Recettes et Secrets d'Atelier

POUR LA DORURE, ARGENTURE, PLATINAGE, NICKELAGE, CUIVRAGE, BRONZAGE, VERNISSAGE, GRAVURE, ALLIAGE, SOUDURE, NETTOYAGE DES BIJOUX, etc., etc.

Suivi de Renseignements indispensables pour la conversion des carats en millièmes, du barème de M. EXUPÈRE, du barème du prix de l'or, densité des métaux, etc., etc...

1 volume in-12 broché, 1904. . . . . 4 fr.



Angoulême. — Imp L. Coquemard & Cie

